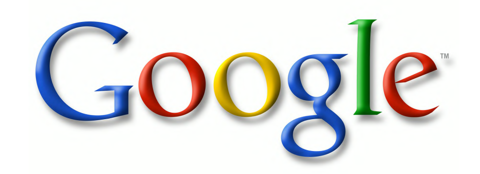
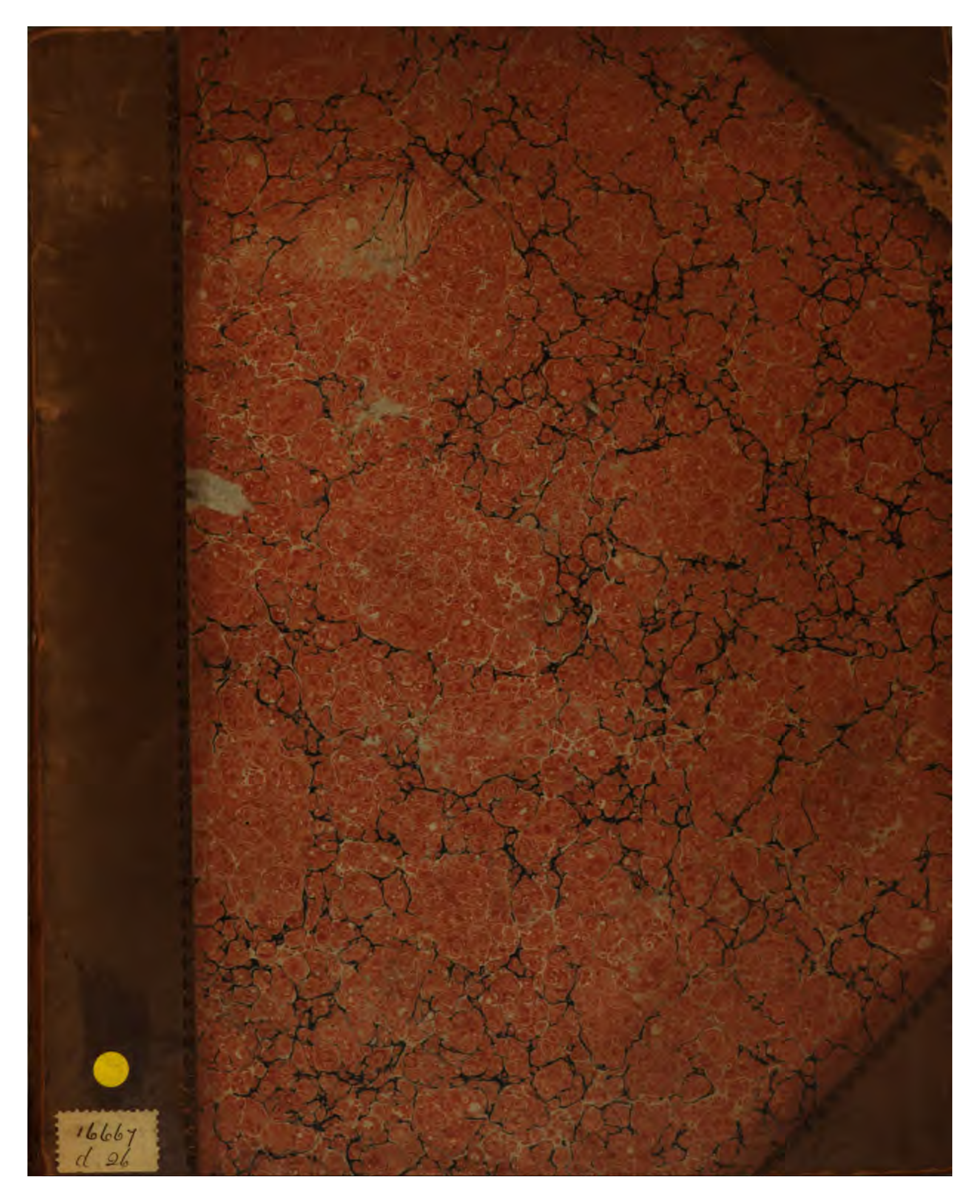
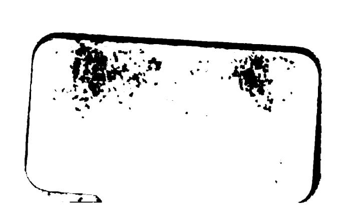



16667
d 26


600020150E


G. 128. R. 4.





# Beiträge

zur

# Physiologie des Gesichtssinnes

von

Dr. *Carl Moritz Nicolaus Bartels*,

Kaiserlich Russischem Hofrathe, Ritter des St. Annen-Ordens dritter Classe, praktischem Arzte zu St. Petersburg, ordentlichem Mitgliede der Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau.

Mit drei Kupfertafeln.

Berlin.

Gedruckt und verlegt bei G. Reimer.

1834.

Dem Herrn

# Giesebert Swartendyk Stierling,

A. A. L. L. Mag. der Weltweisheit, Medicin und Chirurgie Doctor, Grofsherz. Mecklenb. Schwerinschem Hofrath, mehrerer in- und ausländischer gelehrten Gesellschaften, theils Ehrenmitgliede, theils ordentlichem, theils correspondirendem Mitgliede, ausübendem Arzt in Hamburg etc.,

widmet diese Blätter

als ein Zeichen herzlicher Erkenntlichkeit für die ihm bewiesenen freundschaftlichen Gesinnungen

hochachtungsvoll

der Verfasser.

# Vorrede.

Die in den vorliegenden Blättern entwickelten Ansichten sind im Laufe des vorigen Winters in St. Petersburg, bei aufmerksamer Lesung der so schätzbaren Arbeiten von Troxler, Purkinje, Steinbuch, Joh. Müller, Treviranus, Tourtual, Berthold und Hueck, nach und nach hervorgegangen.

Ich fühle wohl, daſs es ein gewagtes Unternehmen ist, nach so verdienstvollen Untersuchungen, wie jene der genannten Physiologen, über einen Gegenstand von solcher Schwierigkeit neue und haltbare Ansichten entwickeln, und Probleme aufhellen zu wollen, die allen bisherigen Lösungsversuchen auf's Hartnäckigste widerstanden haben, und hätte daher vielleicht hinreichende Gründe mich der Besorgniſs hinzugeben, daſs auch meine Beiträge nur die Zahl der bisher aufgestellten ungenügenden Erklärungen vermehren werden. Dagegen ist aber einerseits die Aussicht für mich zu lockend, eine Wissenschaft möglicher Weise zu bereichern, der ich um so mehr ergeben bin, als ich ihr einen Theil meiner schönsten Lebensgenüsse zu danken habe, und andererseits steht in mir die Überzeugung von der Wahrheit meiner Ansichten vor der Hand noch zu fest, als daſs ich nicht, alle Bedenklichkeiten zurückweisend, getrost mit denselben hervortreten sollte.

Die Furcht vor der Rüge vorhandener Mängel, deren ich mich vielleicht schuldig gemacht habe, tritt um so mehr zurück, als durch diese Mängel der Wissenschaft kein Abbruch geschehen kann. Sie, aus deren Schooſse alle wahrhafte Belehrung hervorgeht, soll und wird sich nur das zu eigen

machen, was aus allen Gesichtspunkten betrachtet als wahr erfunden ist; das Widerlegte besteht für sie nicht mehr. Ich sehe daher mit freudiger Erwartung der Berichtigung meiner Fehler entgegen, und werde, bei dankbarer Anerkennung der meiner Arbeit geschenkten Aufmerksamkeit, bessern Einsichten gern nachgeben.

Da ich hier nur Bruchstücke als Beiträge zu den bereits bestehenden Erkenntnissen über die Lehre vom Sehen gebe, so mufste die Bekanntschaft mit den oben erwähnten Leistungen, und zwar besonders mit denen von Purkinje, Steinbuch, Müller und Tourtual, vorausgesetzt werden. Ich wollte in möglichst kleinem Raume meine Ansichten entwickeln, und wenn ich diesem Vorsatze untreu, hie und da Wiederholungen bereits ausgesprochener Sätze einfliefsen lasse, so geschieht dieses doch stets in einer dahin veränderten Weise, die das Verständnifs der oft erst durch mehrere Ausdrücke zugänglichen Begriffe erleichtert oder den bereits ausgesprochenen Sätzen eine Stütze mehr verleiht. Bekannte und wahrerfundene Ansichten Anderer habe ich nur in so fern wiederholt, als ich ihrer eigends bedurfte, sei es um der besondern Art und Weise und des Zusammenhanges willen, in denen ich sie betrachte, oder um eigene Wahrnehmungen denselben anzureihen.

Man könnte mir vielleicht zum Vorwurfe machen, dafs vieles aus den Abschnitten über das Aufsensetzen der Sinnesgegenstände und über die Lagenverhältnisse der Dinge zu einander und des Organismus zu diesen, behufs der Erklärung des Aufrechtsehens ganz müfsig dastehe, doch schien es mir einerseits zweckmäfsig, die Quellen näher anzugeben, aus welchen wir unsere Erklärungsgründe zu entnehmen haben, andererseits aber eben nicht unnütz, die verschiedenen räumlichen Verhältnisse, nach welchen wir uns zur äufsern Natur verhalten, in ihrer Gesammtheit zu übersehen. Eben so sind die bei Erklärung des Aufrechterscheinens eingeschalteten Erklärungen über das Maafs der Entfernung, in welchem wir

ein Object erblicken, so wie über die Täuschungen, denen wir in dieser Hinsicht unterworfen sind, und sodann die Fernenabschätzung der subjectiven Gesichtserscheinungen, integrirende Theile zur klaren Vorstellung vom Aufrechtsehen, und wären demnach hier nur scheinbar nicht an ihrem wahten Platze.

Es ist das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte in alter und neuer Zeit so viel besprochen, dafs sich kaum etwas durchgängig Neues darüber sagen läfst. Alle nur einigermafsen ansprechende Meinungen über dieses wichtigste aller Probleme des Gesichts kommen darin miteinander überein, dafs sie uns die Erscheinung der sichtbaren Natur als eine aufser dem Auge befindliche betrachten lassen. Es ist aber nur dieses allgemeine Moment des Aufsenerscheinens, welches meine Ansicht mit denen von Kepler, Scheiner, Cartesius, Voigt, Tourtual u. a. m. gemein hat. Demohngeachtet finden sich bei Kepler wie bei Tourtual Andeutungen, die mit den wesentlichsten Belegen meiner Ansicht zusammenstimmen, obgleich diese, so weit ich mir dessen bewufst bin, ganz unabhängig von jenen entstanden ist, und jene Übereinstimmungen erst nach der Conception meiner Arbeit beim nähern Vergleichen des Vorhandenen mir auffielen. So fühlte Kepler schon das wahre Verhalten des Empfindenden zur Empfindung, indem er bemerkt: dafs der leidende Theil dem wirkenden sich gegenüber befinden müsse, und Tourtual ahnet die hohe Bedeutung der Kugelgestalt der Netzhaut, wenn er (Seite 180 seiner Schrift) sagt, die Richtung der Relation im Auge scheine durch die Form der afficirten Nervenfläche bestimmt zu werden, indem dieselbe hier concav sei, und ihr Centrum vor sich liegen habe. Wo aber der bildende Geist der Natur in einer so wundervollen Harmonie schafft und zusammenfügt, dafs sich die tiefe Regel in seinen Anordnungen nicht verkennen läfst, da werden sich oft und wiederholt dem unbefangen betrachtenden Geiste die schönsten Erkenntnisse, welche eben als unverkennbare Ab-

sichten des Schöpfers das Gepräge der reinsten Wahrheit an sich tragen, von selbst aufdringen. Dennoch glaube ich, trotz jener Übereinstimmungen mit meinen Vorgängern, in der ausführlichen Entwickelung jener Andeutungen, in der genaueren Bezeichnung der Gesichtsdirection, in der Darstellungsweise des nach allen Seiten hin gerichteten Sehens der beiden Augen als Theile eines geschlossenen Ganzen, in der Widerlegung des Verkehrtsehens, und endlich in der Nachweisung, daſs die Empfindung des Auſsen- und Ferneseins bestehen könne, ohne daſs ein Theil unseres Körpers oder ein Leiter unserer Gefühle nach auſsen selbst hinausrage; in allem diesem glaube ich etwas Eigenthümliches als Beitrag zur Lehre des Aufrechterscheinens der Gesichtsobjecte gegeben, und diesen schwierigen Gegenstand von einem veränderten Standpunkte aus betrachtet zu haben, so daſs man meine Arbeit wohl nicht als eine bloſse Wiederholung alter Meinungen und Vorstellungen mit Recht wird betrachten können. Schon die Anerkennung dieser meiner Überzeugung wäre Lohn für mich.

Da die dem Werke beigegebenen gröſsern Anmerkungen zum Verständnisse der vorhandenen Sätze, denen sie sich anreihen, eben nichts Erhebliches beizutragen vermögen, sondern als für sich bestehende Entwickelungen wissenschaftlicher Gedanken betrachtet werden können, so glaubte ich durch die ihnen angewiesene Stelle sie für den Augenblick der Aufmerksamkeit des Lesers entziehen zu müssen, um demselben dadurch eine bessere Übersicht des Ganzen zu gewähren.

Berlin, den 20sten October 1833.

C. M. N. Bartels.

## ERSTES CAPITEL.

# Über die Gröſse und Stellung des Gesichtsgebietes in seiner weitesten Ausdehnung und den allgemeinsten Beziehungen.

Die Extensität einer Sinnesfunktion begreift in sich die Maaſsverhältnisse der Dimensionen und die Zahl der Richtungen, in denen sich dieselbe in räumlicher Beziehung auszudehnen vermag.

Es giebt aber nur ein Organ, das die Räumlichkeit dessen, was uns umgiebt, in der gröſsten Ausdehnung, nach allen Richtungen hin, und zwar in den kürzesten Zeitabschnitten, ermessen kann, und dieses ist das Auge

Die Auſsenwelt, die sich dem Individuum durch die andern Sinne nur in mäſsigen Entfernungen, oder gar nur in der Berührung selbst zu erkennen giebt, tritt ihm aus unermeſslicher Ferne vor das Auge. Erkannten die andern Sinne nur gleichzeitig das Vorhandensein einzelner, meist der Gröſse ihrer Perceptionsflächen entsprechender Punkte, so verbreitet dagegen das Auge seine Thätigkeit im Augenblicke nach allen Richtungen über weite Flächen, und zeigt uns so auf einem Male eine groſse Anzahl im Raume an einander gereiheter Erscheinungen. Durch dieses weit verbreitete Thätigsein im Raume gelangt einzig und allein das Auge zur Anschauung des Weltalls. Durch die Unermeſslichkeit dessen,

was es übersieht, giebt es uns einen wichtigen Impuls zum Begriffe von der Unendlichkeit des Raumes, auch beziehen wir stets diesen Gedanken, so oft wir ihn denken, auf all das Begrenzte, was das Auge sieht.

Nachdem wir nun so einen Blick auf die grofse Ausdehnung des Gesichtsgebietes geworfen haben, frägt sich's vor allen Dingen, unter welchen Hergängen diese weite sichtbare Welt dem Auge zur Erscheinung gelange.

Unsere Untersuchung wird zunächst von der einfachen Erscheinung ausgehen müssen, wir werden uns über unsere eigene Stellung zur sichtbaren Natur zu belehren, und dann diejenigen Dimensionen und Richtungen zu bestimmen haben, nach welchen jene sich uns darbietet.

Sobald wir uns in einem erleuchteten Raume befinden, einerlei von welcher Gröfse und Ausdehnung, so tritt uns aus dem Hintergrunde dieses Raumes von allen Seiten her das sichtbare Äufsere vor den Sinn. Das Individuum erkennt sich selbst von diesem Raume umgeben, und seine Gesichtsobjecte als Begrenzungen desselben, als Flächen, die ihn umschliefsen. Selbst da, wo das Auge in den unbegrenzten Raum hineinstarrt, betrachtet es unbewufst, in der Farbe des scheinbar als Fläche vor ihm ausgebreiteten Himmels, die angehäufte Masse neben und hinter einander liegender Atome, wie wir solches aus einer weiter unten uns vorliegenden Betrachtung ersehen werden. Wir erkennen aber nur da in dem Sichtbaren eine wahrhafte Begrenzung des Raumes, wo der Hintergrund aus einer einzigen continuirlichen, überall sichtbaren Fläche besteht, wie dieses z. B. im Innern eines leeren Zimmers der Fall ist. In andern Fällen sehen wir mehrere Flächen, die sich sichtbar in verschiedenen Weiten zu uns verhalten, und zwischen welchen die mit Gesichtsobjecten unerfüllten Raumparthien in einander greifen, und sich so zu einem gröfsern und minder begrenzten Raume vereinigen, als das Auge ihn zu übersehen vermag. In der Natur giebt uns das Dickicht des Baumschlags

ein schönes Bild zur Versinnlichung solcher vor und hinter einander gelegener Flächen, die ohne den Raum im wahren Sinne zu begrenzen, doch überall als Grenzen des sichtbaren Raumes aus verschiedenen Weiten sich dem Auge entgegen lagern. Wir verstehen daher unter sichtbarer Begrenzung des Raumes diejenigen Flächen, von deren Puncten überall geradlinige Richtungen durch das durchsichtige Medium zum Auge gehen, und den sichtbaren Raum nennen wir denjenigen, welcher durch diese Flächen scheinbar begrenzt ist. Wenn wir daher neben dem Rande einer nahe gelegenen Fläche eine fernere erblicken, so wird, da wir die Räumlichkeit hinter der erstern nicht kennen, dieselbe für uns ganz wegfallen müssen, und da wir uns einen uns umgebenden Raum vor der Hand nicht anders denken können, als wie er uns mittelst unserer Sinneserkenntniſs vorliegt, so begrenzen wir ihn in der Vorstellung ganz allein durch seine sichtbaren Grenzen. Der wahre Inhalt des Sichtbaren bestände also in einer oder in mehreren von uns abgelegenen Flächen, die bald grade, bald gebeugt, bald sichtlich verbunden, bald scheinbar oder wirklich von einander getrennt, den sichtbaren Raum umgeben.

Wir wollen diesen, im Hintergrunde des durchsichtigen Mediums stereometrisch gelagerten, das Individuum nach allen Richtungen hin umgebenden, gesammten Flächeninhalt der äuſseren Natur die *Realfläche* nennen.

Die in dieser Realfläche sich darbietende Unebenheit läſst sich auf eine ebene Fläche reduciren, und so geschehen, stellt die äuſsere Natur dem Auge ein ideales Gemälde dar, so wie jedes hinsichtlich seiner Darstellung vollendete Gemälde uns wiederum die äuſsere Natur vor Augen stellt [a]).

Auf gleiche Weise malt die Natur selbst ihr eigenes Bild durch linsenhafte Medien in die dunkle Kammer, wo sie uns mit allen ihren Tiefen und Vorsprüngen auf einer ebenen Fläche erscheint.

Es frägt sich nun weiter in welcher Form, Ausdehnung und Stellung wir uns diese ideale, das Bild der äuſsern Natur in sich tragende Fläche in ihrer gröſsten Expansion zu denken haben.

Berücksichtigen wir zu diesem Zwecke die aus der Erfahrung anerkannte bedeutende Ausdehnung des Gesichtsfeldes bei vielen Thieren, vereint mit den verschiedenartigen, meist divergirenden Stellungen der Augen, und zu allem diesen noch die freie Beweglichkeit derselben; so ergiebt sich, daſs die Augen die Lichtstrahlen mehr oder minder von allen Punkten der sie umgebenden sichtbaren Auſsenwelt, wie das Centrum die Radien einer Kugel in sich aufnehmen, und wir denken uns demzufolge das Bild der äuſsern Natur am zweckmäſsigsten als die innere Fläche einer Kugel überziehend [b]), in deren Centrum sich die nach auſsen gewandten, lichtpercipirenden Organe befinden. Die Radien dieser Kugel müssen wir mindestens bis an die Grenze des deutlichen Sehens hinausrücken, wo sich zuerst die trüben Gesichtsempfindungen von verworrenen Gestalten in das wahre Sehen, d. i. in ein deutliches Erkennen der wahren Formen, auflösen.

Ich glaube, daſs es der Sache nicht unangemessen sein wird, wenn ich diese, aus der Analyse des Sehprocesses erfundene, zwischen dem Auge und der Realfläche gelegene ideale Region, in Beziehung auf das umfassendere Wort der Gesichtssphäre, mit dem Namen der *Auſsensphäre* belege.

Dieser Auſsensphäre entspricht nun eine innere subjective, die im Organismus situirte, lichtempfindende Oberfläche einer nervigten Membran von sphärischer Bildung, die, um der Auſsenwelt einen möglichst groſsen Eingang zu verschaffen und sich ihr in weiter Entfaltung gegenüber zu stellen, in zwei auseinander gerückte Hälften zerfällt, deren jede ihre lichtempfindende concave Fläche der äuſsern Natur entgegen bietet. Ich werde dieselbe die *Binnensphäre* nennen.

Diese Regionen begreifen wir nun zusammen genommen, als den *Gesichtskreis* oder besser die *Gesichtssphäre*, nämlich denjenigen räumlichen Umfang, in welchem im Allgemeinen der Procefs des Sehens in der Natur sich geltend macht.

---

Eigentlich bestände der einfachste Begriff, den uns die Vorstellung von einem nach allen Richtungen hinschauenden Gesichtsorgane erlaubt, in einer isolirten durchsichtigen Kugel, deren innere Oberfläche mit einer eben so durchsichtigen lichtpercipirenden Membran überkleidet wäre. Diese Retina müfste, wie es dem einfachen Auge zukommt, an ihrer innern Oberfläche lichtpercipirend sein. - Da aber ein solches Gebilde aufser aller Realität ist, indem eine sehende Membran, nach allem was wir wissen, wohl durchscheinend, nicht aber vollkommen durchsichtig sein kann, so schied die Natur, sowohl den pelluciden, als den empfindenden Antheil, jeden in zwei Hälften, und bildete so zwei sphärische Organe, deren pellucide Seite sie der Aufsenwelt zuwandte und deren empfindende Hälfte sie mit dem sensoriellen Theile des Organismus in Verbindung setzte. An den zusammengesetzten Augen, wo die sensibele Fläche bei mannichfacher Beeinträchtigung des Sehvermögens nach aufsen gewandt erscheint, mithin eine solche kuglige Gestaltung des Auges wohl zuläfst, finden wir sie wirklich bei mehreren Zweiflüglern mehr oder minder ausgeführt, indem die beiden, aus bedeutenden Kugelabschnitten bestehenden Augen so nahe aneinander gerückt sind, dafs die beinahe kuglige Gestalt des Kopfes gröfstentheils aus der Masse der Augen gebildet wird. Bei den Männchen vieler Arten treten die Augen nach vorn so dicht zusammen, dafs sie ganz offenbar zu einem einzigen Organe zu verschmelzen scheinen, nach hinten zu werden sie jedoch hinsichtlich ihrer Vereinigung, als auch ihrer besondern sensoriellen Ausbildung, durch das sich herandrängende Bruststück gehemmt. Ich erinnere hier nur an die Familien

der Tabanen, Stratiomys und Syrphus, wo ein solcher Bau bei allen Gattungen vorkommt.

---

Um die so eben ausgesprochenen Sätze möglichst klar zu machen, will ich mich einiger graphischen Darstellungen bedienen, die uns den horizontalen Durchschnitt sämmtlicher bezeichneten Regionen zur Anschauung bringen.

In der 1sten Fig. Taf. I. finden wir das Individuum von dem Durchschnitte einer Realfläche umgeben, die aus vier quadratförmig gestellten Wänden besteht, deren vordere roth die hintere braun, die rechte grün, die linke blau gefärbt erscheint. In derselben sieht man die Aufsensphäre mit dem ihr immanenten Bilde, das ich hier seiner Idealität wegen mit blassen Farben angedeutet, während ich jedoch die Tiefen, nach Maafsgabe der hier allerdings nur geringeren Zunahme der Entfernung der Fläche vom Auge, mit etwas gesättigterem Colorit bezeichnet habe. Die in zwei Hälften zerfallende Binnensphäre, die wir hier an dem Kopfe eines Vogels betrachten, befindet sich gerade in der Mitte der Aufsensphäre und ist hier, um das Phänomen in seiner Totalität zu betrachten, in der höchsten Divergenz ihrer beiden Antheile dargestellt. Auf jedem derselben bildet sich die ihm zugewandte Hälfte des äufsern Totalfeldes ab. Indem wir nun die beiden Hälften der Binnensphäre, wie dieses im subjectiven Gefühle immer geschieht, wiederum aneinander fügen, so dafs auch die beiden Centra derselben zu einem gemeinschaftlichen verschmelzen und die Ränder sich überall in einander entsprechenden Punkten berühren, so gestaltet sich wiederum die geschlossene innere Gesichtssphäre, von welcher aus die Anschauung nach allen Richtungen hin vollbracht wird. Ich habe sowohl an der organischen, getheilten Binnensphäre, die wir in der Mitte der 1sten Fig. dargestellt finden, als auch

in der geschlossenen Fig. 2. die den Fernen entsprechenden Parthien mit dunkleren Tinten bezeichnet.

Reduciren wir nun an diesen dunkel bezeichneten Stellen die bloſs figürliche Darstellung der Tiefen an der Oberfläche der Retina auf die wahrhafte Tiefenerkenntniſs, die von diesen Stellen ausgeht, und verwandeln die Darstellung in das Bild der Anschauung; so erhalten wir ein Quadrat gleich dem der angeschauten Realfläche, jedoch mit entgegengesetzter Stellung der Wände und überhaupt aller seiner Theile. Fig. 3.

Aus jener Vereinigung, wie aus den mit derselben in vollem Einklange stehenden Ergebnissen, leuchtet hervor, daſs wir das rechte Auge als eine ursprünglich linke Augenhemisphäre, und das linke als eine rechte Hemisphäre zu betrachten haben. Zu diesem Umstande mag auch die Kreuzung des Sehnerven, besonders die totale bei den ganz divergirenden Augen der Fische, eine wichtige Beziehung haben.

In der 4ten Fig. betrachten wir die bildliche Darstellung eines idealen, überall durchsichtigen, und überall hinschauenden einfachen Auges, das mit seiner dem Objecte gegenüberstehenden innern Perceptionsfläche dasselbe betrachtet, und in welchem sich das innere Bild in einer der Natur entgegengesetzten Stellung entwirft. Die obigen Schattirungen für die Bezeichnungen der Tiefen sind hier weggelassen. Das Auge hat ein gemeinschaftliches mathematisches und optisches Centrum, welches mithin der einzige gemeinschaftliche Durchgangspunct aller mittleren Strahlen ist.

Die 5te Fig. soll uns die zusammengesetzten, in eines zusammenflieſsenden Augen einer Xylota vorstellen, die von einer sichtbaren Kugel, welche hier als Realfläche und Auſsensphäre zugleich gelten mag, eingeschlossen erscheinen. Die sichtbare Oberfläche zerfällt in vier auf gleiche Weise gefärbte und gestellte Abschnitte als das obige Quadrat. Die Kugelform der das Auge umgebenden Fläche muſs in Gedanken ergänzt werden.

Das concave Bild der Natur wird hier, ohne daſs die vertical auf das Auge eindringenden Strahlen sich gegenseitig erreichen, von einer gemeinschaftlichen convexen Perceptionsfläche empfunden, ganz in derselben Anordnung, wie es da liegt. Das Object wird hier von oben her mit einer nach unten gewandten und also auch nach unten schauenden Perceptionsfläche betrachtet, das obere mittelst einer obern und zugleich nach oben schauenden u. s. w. Weil hier die Stellung der Perceptionsflächen mit der Richtung ihres sensoriellen Processes zusammenfällt, indem das subjectiv Obere, dem objectiv Obern entspricht, und für die andern Puncte ein Gleiches gilt, so situirt sich auch das hier nur imaginäre Bild auf der äuſsern convexen Perceptionsfläche, in einer nach den Lagen seiner Antheile mit denen des Objectes übereinstimmenden Anordnung.

---

Betrachten wir nun beispielsweise die einfachsten Formen des Gesichtsgebietes, nämlich diejenigen, in denen sich bei einer freien Stellung des Individuums auf der Oberfläche des Planeten das Äuſsere dem Auge entgegenstellt, so finden wir dieses Individuum von einer Auſsensphäre, von einem Sphärenpanorama, umschlossen, das in zwei horizontal geschiedene Kugelabschnitte zerfällt. Der obere gröſsere begreift in sich das Bild des Himmels, der untere das der Oberfläche der Erde, die Linie, die sie scheidet, heiſst der Horizont. Denjenigen Thieren, die vermöge ihrer Organisation dicht an die Oberfläche der Erde gebannt sind, erscheint das der Auſsensphäre immanente Bild der Natur in zwei fast gleich groſsen Hälften. Es enthält jedoch die obere, bei vollkommener Klarheit unseres Mediums, eine fast bis ins Unendliche ausgedehnte Objectivität, während der reale Flächenbestand der untern Hemisphäre vom nahen Rande des Horizontes her, bis zum Perpendikel, der den kleinen Abstand des Auges vom Planeten miſst, den Blick in rasch vorschreitender Progression

beengt. Diese beengte Dimension nach unten findet sich bei dem Vogel in den Lüften bedeutend erweitert. Vor ihm breitet sich das Gebiet des Sichtbaren am weitesten aus. Das unter ihm befindliche planetarische Segment wird mit seinem Steigen dem realen Inhalte nach immer größer, während es sich zugleich in der Außensphäre in eben dem Maaße zusammenzieht, und es erhebt sich wiederum ein desto größerer Antheil des Himmelsgewölbes über den Rand des Planeten, je kleiner der Flächenantheil wird, den das Bild des letztern in Anspruch nimmt [c]).

---

## ZWEITES CAPITEL.

## Über das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte.

(Im Auszuge vorgetragen in der Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte zu Breslau am 23sten September 1833.)

Bei Betrachtung der Darstellungsweise der Gesichtsobjecte im einfachen Auge drängt sich nun auch uns, in der Inversion des äußern Bildes auf der sogenannten Binnenshpäre, jenes so vielfältig erwogene Problem über das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte, jedoch in einer erneuerten und ausgedehntern Form, als bisher geschehen ist, entgegen. Der bisherige Gang unserer Untersuchung hat uns auf einen Standpunkt geführt, von welchem aus wir den Gegenstand jener Aufgabe in einem so besondern Lichte erblicken, daß wir die dadurch stillschweigend an uns ergangene Aufforderung, auch uns in der Lösung derselben zu versuchen, schwerlich zurückweisen dürfen; und in der Hoffnung, daß es uns gelin-

sichten des Schöpfers das Gepräge der reinsten Wahrheit an sich tragen, von selbst aufdringen. Dennoch glaube ich, trotz jener Übereinstimmungen mit meinen Vorgängern, in der ausführlichen Entwickelung jener Andeutungen, in der genaueren Bezeichnung der Gesichtsdirection, in der Darstellungsweise des nach allen Seiten hin gerichteten Sehens der beiden Augen als Theile eines geschlossenen Ganzen, in der Widerlegung des Verkehrtsehens, und endlich in der Nachweisung, daſs die Empfindung des Auſsen- und Ferneseins bestehen könne, ohne daſs ein Theil unseres Körpers oder ein Leiter unserer Gefühle nach auſsen selbst hinausrage; in allem diesem glaube ich etwas Eigenthümliches als Beitrag zur Lehre des Aufrechterscheinens der Gesichtsobjecte gegeben, und diesen schwierigen Gegenstand von einem veränderten Standpunkte aus betrachtet zu haben, so daſs man meine Arbeit wohl nicht als eine bloſse Wiederholung alter Meinungen und Vorstellungen mit Recht wird betrachten können. Schon die Anerkennung dieser meiner Überzeugung wäre Lohn für mich.

Da die dem Werke beigegebenen gröſsern Anmerkungen zum Verständnisse der vorhandenen Sätze, denen sie sich anreihen, eben nichts Erhebliches beizutragen vermögen, sondern als für sich bestehende Entwickelungen wissenschaftlicher Gedanken betrachtet werden können, so glaubte ich durch die ihnen angewiesene Stelle sie für den Augenblick der Aufmerksamkeit des Lesers entziehen zu müssen, um demselben dadurch eine bessere Übersicht des Ganzen zu gewähren.

Berlin, den 20sten October 1833.

C. M. N. Bartels.

## ERSTES CAPITEL.

# Über die Gröfse und Stellung des Gesichtsgebietes in seiner weitesten Ausdehnung und den allgemeinsten Beziehungen.

Die Extensität einer Sinnesfunktion begreift in sich die Maafsverhältnisse der Dimensionen und die Zahl der Richtungen, in denen sich dieselbe in räumlicher Beziehung auszudehnen vermag.

Es giebt aber nur ein Organ, das die Räumlichkeit dessen, was uns umgiebt, in der gröfsten Ausdehnung, nach allen Richtungen hin, und zwar in den kürzesten Zeitabschnitten, ermessen kann, und dieses ist das Auge

Die Aufsenwelt, die sich dem Individuum durch die andern Sinne nur in mäfsigen Entfernungen, oder gar nur in der Berührung selbst zu erkennen giebt, tritt ihm aus unermefslicher Ferne vor das Auge. Erkannten die andern Sinne nur gleichzeitig das Vorhandensein einzelner, meist der Gröfse ihrer Perceptionsflächen entsprechender Punkte, so verbreitet dagegen das Auge seine Thätigkeit im Augenblicke nach allen Richtungen über weite Flächen, und zeigt uns so auf einem Male eine grofse Anzahl im Raume an einander gereiheter Erscheinungen. Durch dieses weit verbreitete Thätigsein im Raume gelangt einzig und allein das Auge zur Anschauung des Weltalls. Durch die Unermefslichkeit dessen,

gen wird, durch die uns bei obiger Betrachtung zugefallenen Ansichten, dieses alte Räthsel auf eine wahrhafte und naturgemäfse Weise zu lösen, ersuchen wir unsere Leser, den viel besprochenen Gegenstand noch einmal aufzunehmen und sämmtliche dabei zu berücksichtigende Hergänge mit möglichster Schärfe zu prüfen. Wir werden desfalls, um, so weit wir es vermögen, unsere Erwägungen und Schlüsse fest zu begründen, und mit Klarheit zu entwickeln, die einfachsten Sätze, auf die sich die Gesammterscheinung zurückführen läfst, nach Maafsgabe unseres Bedarfes vorauszusenden haben, und demgemäfs unsere Untersuchung in mehrere Abschnitte zerfällen.

### *A) Über das Aufsensetzen oder Objectiviren der Sinnesgegenstände.*

Nur im Gewahren der Aufsendinge und seiner eigenen Leiblichkeit wird einem Wesen sein Existenzgefühl gegeben, denn das Empfindende erkennt sich selbst und das Empfundene nur in der Empfindung, und umgekehrt in jeder Empfindung erkennt es sich selbst und ein Empfundenes. Ist kein Erregendes da, so giebt es auch keine Empfindung, mithin auch kein Subjectivgefühl, und im Augenblicke, wo dieses hervortritt, erscheint auch das Objective als das Erregende. Ohne Objectivität an und aufser ihm würde also kein Wesen seines Daseins inne werden können. Es kann eben so wenig ein isolirt Subjectives als ein solches Objectives geben, jedes kann nur zu einem solchen durch das andere werden.

Leben und Sensation sind daher in diesem Sinne gleichbedeutend. Je höher ein Wesen steht, desto ergiebiger entwickeln sich die objectiven Erscheinungen in seiner gesteigerten Subjectivität. Wir erkennen dieses in der allmähligen Entfaltung der Sinnesvermögen in dem ganzen Thierreiche, und laut spricht es sich aus in der hohen Selbstständigkeit des Menschen, der in seinem Geiste das höchste Perceptionsvermögen besitzt,

mittelst dessen er, die sinnlichen Eindrücke durchschauend, den höchsten Gedanken zum Gegenstande seiner Erkenntniſs macht.

Wie im Organismus überhaupt, so verhält sich's auch in seinen einzelnen Perceptionsorganen. Jedes lebt nur in seiner objectiven Welt. Blindheit und Dunkelheit sind uns in diesem Sinne gleichbedeutend, denn beide begreifen in sich, bei einem gleichen Mangel an Erscheinungen, Bewuſstlosigkeit in der sensitiven Sphäre [d]).

Eben so verhalten sich Taubheit zur Stille, Gelähmtheit oder Mangel der übrigen Sinnesorgane, zur Geschmacks-, Geruchs- und Resistenzlosigkeit. Daher begabte uns die Natur an den Grenzen unserer organischen Sphäre überall mit sensoriellem Vermögen. Sie gab uns in der Haut ein Organ für die Erkenntniſs mannigfacher Qualitäten der Auſsendinge, wie auch für die unmittelbare Flächenperception derselben, jedoch nur in einer den eigenen Körpertheilen entsprechenden Ausdehnung *). Durch das Ohr ward uns die Anschauung der Tiefe, d. i. eines entfernten Auſserunsseins, aber nur in einer isolirten und wenig markirten linearen Richtung. Das Auge dagegen durchmiſst den Raum in Breiten und Tiefen. Mit seiner Erschlieſsung riſs die Natur den Vorhang vom Weltall weg, und indem sie uns in dem Lichte, das durch unsere Pupille ins Auge strömt, unser kleines Ich in ihrer eigenen Unermeſslichkeit gewahren, und die objective Welt in sichtbarer und oft weiter Entfernung von uns erscheinen lieſs, muſsten wir's wohl begreifen, daſs wir nicht selbst das unendliche Dasein sind, daſs sich, uns zu beglücken, in unserm Auge spiegelt.

Durch das Auge gelangt zweierlei Objectives zur Anschauung, das Licht selbst, und in diesem die durch dasselbe modificirte Oberfläche der

*) In wie fern übrigens aus der Stellung der Tastorgane, so wie aus dem Resistenzgefühle, eine gewisse, jedoch mäſsige Tiefenanschauung hervorgeht, werden wir in einem andern Capitel erfahren.

uns umgebenden Körperwelt. Wenn wir gleich in letzterer nichts anderes, als besonders geartetes und gestaltetes Licht sehen, so werden doch Form und Farbe dem Lichte erst vom Körper mitgetheilt. Das Auge wird sich mithin des Lichtes, wie des Körpers, bewuſst. Bald erscheint ihm das Licht im isolirten strahlenden Zustande, bald als vermittelndes Moment für die Sichtbarkeit der übrigen Natur. Mag es immerhin erst durch das Auge zur leuchtenden Potenz erhoben werden, d. i. die Helligkeit und den Glanz annehmen, die wir in ihm erkennen, so ist es doch ein anerkanntes äuſseres, strahlendes, sich beugendes, widerspiegelndes, überall verbreitetes Agens im Weltalle, und als ein Äuſseres dem Auge sich darstellend.

Aus allem diesem, wie aus der Willkühr, in der wir uns zur sinnlichen Welt verhalten, aus dem Coincidiren mehrerer Sinnesarten auf einen und denselben Objectpunkt, aus der, aus ewigem Suchen und Fliehen zusammengesetzten, wogenden Bewegung der ganzen Thierwelt, und demgemäſs aus unserem eigenen gesunden, noch durch keine idealistische Ansicht getrübten, erfahrungsmäſsigen Urtheile ergiebt sich's, daſs wir die Welt vermöge der uns verliehenen Sinnennatur mit uranfänglichem Bewuſstsein als eine auſser uns befindliche erkennen.

Wir behaupten demnach, daſs indem unsere, durch Sinnenreiz erregte, sensorielle Reaction auf ein Äuſserliches gerichtet ist, wir unser sinnliches Verhalten als ein von innen nach auſsen Gehendes erkennen, und daſs wir in diesem wiederum die in den eigenthümlichen Schein unseres subjectiven Sinnengefühls gehüllte, äuſsere Potenz auch wirklich als eine auſser uns befindliche betrachten, wie solches schon überhaupt, wie im Begriffe der Subjectivität, so auch in dem der Perception liegt.

Das Äuſserlicherfinden liegt daher der Sinnesenergie mitten inne und ist eine besondere Qualität derselben, wie das Rothe das Salzige u. s. w.

Wir werden diese eigenthümliche Thätigkeitsweise das Aufsensetzen, oder mit Tourtual das Objectiviren des Sinnes nennen.

Ehe wir diesen Abschnitt schliefsen, mögen uns hier noch einige Worte über die Entstehung des Raumbegriffes vergönnt sein, wie sich derselbe in Folge der obigen Untersuchungen unserer Einsicht darbietet. Wir tragen dazu um so weniger Bedenken, als dieser Begriff mit unserm ganzen sensoriellen Wesen überall aufs Innigste verwebt erscheint.

In dem Geschiedensein des Subjectiven vom Objectiven wird der Sensation ein jedesmaliges räumliches Verhältnifs gegeben. Auch da, wo wir in den sinnlich sich selbst fühlenden, eigenen Körperantheilen afficirt werden, liegt die Affection aufserhalb unserer Subjectivität, setzt daher ein bestimmtes, nach aufsen gerichtetes Verhalten unseres innersten Selbstgefühls voraus, und giebt uns jedesmal eine Erkenntnifs räumlicher Verhältnisse in den Dimensionen unseres eigenen Körpers. Da aber die ganze räumliche Relation, in so fern sie zu unserer Erkenntnifs gelangt, nur durch Wahrnehmung gegeben werden kann, so stellt sich auch hier das Subject dem Objecte als Erkennendes dem Erkannten gegenüber, und es bedarf demnach vor allem Raumbegriffe der Perception. Also erst mit der ersten sinnlichen Erscheinung, mit dem Gewahren des Aufsenseins, kann sich das Subject als ein solches fühlen, und in seinem Verhalten zum aufser ihm Befindlichen den ersten Begriff der Räumlichkeit erfassen. Der intelligirte allgemeine Begriff des Raumes, d. h. der, der ausgebreiteten Inhaltsweise der ganzen Natur, kann sich nur nach der sinnlichen Raumanschauung im Geiste entwickeln, ist also gleichfalls ursprünglich aus der Sinnenwelt geschöpft.

Wir können daher so wenig mit Tourtual *) als mit Berthold **) übereinstimmen, welche die Raumform als eine seit Anbeginn in uns ru-

*) C. Th. Tourtual, die Sinne des Menschen. Münster, 1827. Seite 27, 143.

**) A. A. Berthold, das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte. Göttingen, 1830. S. 73.

hende, vor aller Anschauung gegebene betrachten, sondern werden uns vielmehr in dieser Beziehung der Ansicht von Steinbuch nähern, der in ihr eine durch die Sensation, jedoch fälschlich durch die alleinige Muskelsensation, erworbene erkennt.

*B. Bestimmung in der räumlichen Anordnung der Dinge und besonders der sinnlichen Ortsrelation zwischen dem Subjecte und Objecte.*

Wir haben im vorigen Abschnitte erkannt, daſs die Sinnesorgane, sobald sie durch ihrer Natur angemessene Reize von auſsen her erregt werden, in ihrer Reaction, und zwar in einer ihnen nach Verschiedenheit des Organs eigenthümlichen Sinnesweise, in dieser Reizung ein wahrhaft äuſseres Object erkennen. Dieses Empfinden des Auſsenseins geschieht aber in einer bestimmten räumlichen Anordnung, ganz der gemäſs, in welcher die einzelnen Objectspunkte zu einander und zu den empfindenden Organen sich verhalten. Um nun diese räumlichen Beziehungen der Organe zur Auſsenwelt näher kennen zu lernen, wollen wir zuvörderst die Gesetze, nach welchen sich die ganze Distributionsweise in der Natur verhält, aus welchen sich die Construction aller Lagen und Formen ergiebt, einer nähern Betrachtung unterwerfen, und sodann die Beziehungen dieser Gesetze auf die Stellung des Organismus zur Auſsenwelt und besonders auf die Ortserkenntniſs einiger Perceptionsweisen, zu deren Erläuterung wir sie eben hier entwickeln, besonders hervorheben.

Alle räumliche Vertheilung in der Natur läſst sich auf zwei geometrische Momente zurückführen, 1) auf die Richtungsverhältnisse der einzelnen Punkte zu einander, und 2) auf das Maaſs ihrer gegenseitigen Entfernung.

1) Das Richtungsverhältniſs der Dinge überhaupt ist aber ein Eines dem Andern Gegenübergestelltes, und wird sich daher überall durch gerade Linien ausdrücken lassen.

Jede gerade Linie enthält nun für den einen ihrer Endpunkte eine entgegengesetzte Richtung als für den andern. Ist sie für diesen eine aufwärtssteigende, so ist sie abwärtssteigend für den andern, geht ihre Richtung von hieraus südwärts, so erstreckt sie sich von dorther nordwärts u. s. w. Eben so verhält sich's da, wo sich die Linie bis auf 0 verkürzt, und die Punkte sich berühren, wo statt der linearen Richtung eine bloſse Lagenrichtung der Punkte zu einander übrig bleibt, denn eine Direction besteht sowohl zwischen zwei entfernten, als auch zwischen zwei sich berührenden Punkten.

Eine gleiche Beziehung findet daher auch zwischen dem Subjecte und dem Objecte statt, sowohl hinsichtlich des bloſsen Verhaltens des erstern zum letztern, als auch ganz besonders in Beziehung auf die sensoriellen Wahrnehmungen, denn wo es ein Inneres, Gewahrendes und ein Äuſseres, Gewahrtes giebt, da muſs nothwendig das eine dem andern gegenübergestellt sein. Das objectiv Untere wird nur zu einem solchen durch ein subjectiv Oberes, das objectiv Rechte wird solches erst durch ein ihm zur Seite stehendes Linkes u. s. w.

Die allgemeine Richtung des bloſsen sich gegenseitigen Gegenüberstehens wird durch das besondere Verhalten des Organismus zur Auſsenwelt zu bestimmten einzelnen Directionen, die theils dem Weltsysteme angehörend, auf den Organismus als einem Erdtheile übergehen, theils aber durch die besondere Anordnung seiner eigenen Theile von ihm selbstständig projicirt werden.

Der Organismus, als Theilnehmer am planetarischen Inhalte, unterliegt vor allen Dingen der Schwere. Durch diese entsteht in seiner Sensation die Beziehung des Verticalen, und in dieser Direction liegt wiederum der Begriff von oben und unten.

Aus der Beschränkung und Ausgleichung der Schwere tritt uns der Begriff des Horizontalen entgegen, welches eine Ebenenrichtung

darstellend, von jener linearen überall in rechten Winkeln durchschnitten wird.

In diese dimensiven Verhältnisse trete nun ein höher organisirtes Wesen. Aus dem Differentsein seiner Körperantheile und dem daraus resultirenden lebendigen Verhalten zur übrigen Natur, ergeben sich zuvörderst vier von jenen unabhängige Hauptrichtungen, nämlich: die vordere und die hintere (die sich als eine gemeinschaftliche, objectiv gerade, betrachten lassen), die rechte und die linke (die von aufsenher als eine gemeinschaftliche, seitliche erscheinen dürften). Aufser diesen läfst sich noch die Axenrichtung am Thiere betrachten, welche durch das Kopf- und Schwanzende desselben begrenzt wird, jedoch fällt bei einer sehr grofsen Zahl jenes nach vorn und dieses nach hinten, so dafs die Axenrichtung mit der geraden Richtung des Thieres übereinkommt *).

Der Organismus projicirt die ihm eigenthümlichen Directionen nach allen Weltrichtungen hin, inclinirt sie nach Belieben zum Horizonte, und kann auf diese Weise sowohl bald die beiden geraden, bald die seitlichen zur verticalen machen, als auch dieselben in Parallelismus mit dem Horizonte bringen. Die verticale Richtung dagegen, als eine der äufsern Natur angehörende, und dem Organismus, als Theil derselben, anheimfallende, bleibt stets in sich selbst unverändert, während sie in den Dimensionen des Organismus eine wandelbare ist. Bei jeder seiner Stellungen schneidet sie, in ihrer stets sich gleich bleibenden Inclination, die von ihm selbst ausgehenden Directionen, wo sie nicht mit ihr coincidiren, in den allerverschiedensten Winkeln.

In den erwähnten Hauptdirectionen liegen die besondern alle in unendlicher Zahl mitten inne, und können durch die Winkel, in denen

*) Bei strahligem, kügligem und cylindrischem Bau der Thiere, giebt es bald nur eine Axenrichtung, und in dieser ein Vorn und Hinten; bald eine Strahlenrichtung, nebst den allgemeinen, und auch bei der irregulärsten Bildung den Thieren zufallenden, in der verticalen inbegriffenen, obern und untern.

sie sich zu jenen verhalten, aufs genaueste ermittelt werden. Alle diese Richtungen sind nun enge mit dem physischen Leben verbunden, durch ihre Erkenntnifs beurkunden sich sämmtliche Stellungsverhältnisse des Organismus zur äufsern Natur, und es beruht daher auf sie die ganze Orientirung desselben im Raume.

Nichts desto weniger haben die Perceptionsflächen derjenigen Sinne, denen besonders die Erkenntnifs der räumlichen Verhältnisse obliegt, eine selbstständige und von allen den genannten Directionen unabhängige Beziehungsweise zur äufsern Natur. Wenn sie sich nämlich zu einem Theile der Aufsenwelt in eine bestimmte räumliche Relation gesetzt haben, d. h. ein bestimmtes Feld des sichtbaren oder fühlbaren Äufsern in ihre Sphäre eingeschlossen haben, so kann dieses in unveränderlicher Weise zu ihnen fortbestehen, wie auch die Richtungen des Organismus zur Aufsenwelt variiren mögen. Mit einem Worte es giebt für diese Sinnesflächen in der räumlichen Anordnung ihrer Wahrnehmungsweise kein bestimmtes Oben, Unten, Rechts u. s. w., indem ein und derselbe objective Inhalt mit denselben Antheilen der Perceptionsfläche nach jeder dieser Richtungen betrachtet werden kann.

Die Beziehung der einzelnen Punkte der Volarseite unserer Hand zu denen der Oberfläche eines in derselben festgehaltenen Balles, d. i. die räumliche Anordnung in der Perception, bleibt in allen Lagen und Streckungen der Hand immer dieselbe, trotz dem, dafs wir in der Ballfläche eine für uns bald vordere, bald obere, bald links gelegene u. s. w. wahrnehmen. Ein Gleiches gilt vom Auge. Wenn wir z. B. bei geschlossenem rechten Auge mit dem andern einen uns zur linken Seite stehenden Gegenstand betrachten, und ihn fest im Auge behaltend uns links herum um unsere Längenaxe bewegen, so bleibt die räumliche Beziehung unserer Perceptionsfläche zu den Objecttheilen immer dieselbe,

trotz der verschiedenen räumlichen Relationen, in denen sich der Organismus zu den Objecten befindet.

Die zwischen den Perceptionsflächen des Auges und der sichtbaren Natur bestehenden Richtungen, ergeben sich leicht aus der Gestalt und gemeinsamen Neigung der erstern, und zwar gehören hierher:

*a*) Die vom Axenpunkte der Perceptionsfläche ausgehende Axenrichtung, nebst den sämmtlichen aus den rings umhergelegenen Nebenpunkten der Retina ausgehenden Nebenrichtungen, welche beim Menschen untereinander so identificirt sind, dafs sowohl die Axenrichtung, als auch die auf gleiche Weise zu dieser geneigten Nebenrichtungen für das eine und das andere Auge zu gemeinsamen Gesichtsrichtungen verschmelzen.

*b*) Die mittlere Gesichtsrichtung, welche überall aus den Mittelstellen der unter einander identificirten Partien der Augen hinaustrebt, und zu welcher sich die sämmtlichen identischen Nebenrichtungen gleichförmig geneigt verhalten.

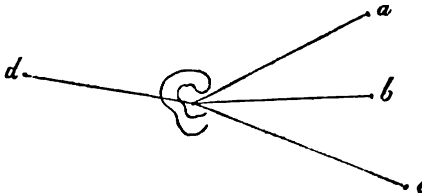
2) Durch das directionelle Verhalten allein ist aber die Localität der Dinge noch keinesweges hinlänglich bezeichnet; fällt aber in dasselbe das Maafs des Abstandes, in welchem die in der Direction einander zugewendeten Punkte sich befinden, so wird von jedem Punkte aus der Ort des andern bestimmt, und wenn alle Punkte eines Gegenstandes auf diese Weise örtlich angegeben werden, so ist seine Lage und Form dadurch aufs Genaueste bezeichnet.

Alles nun, was sich dem Sinne wie dem Geiste als ein Körperliches darstellt, mufs Ort, Gestalt und Lage haben, ohne welche wir nichts Körperliches wahrnehmen, noch uns vorstellen können. Berührt uns das Gedachte oder Empfundene, oder steht es aufserhalb unsers Körpers da, stets begreifen wir diese Beziehung als das Maafs des Abstandes; im erstern Falle als 0, im zweiten als +. Selbst das Gefühl in unsern eigenen organischen Theilen liegt aufserhalb des Centrums unserer innersten

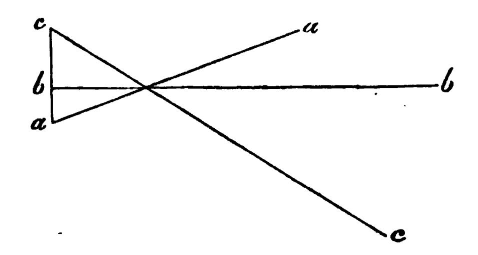
Subjectivität, ist mithin für uns etwas Objectives, und kann durch sein Verhalten zu den übrigen organischen Punkten räumlich bestimmt werden.

Wir mögen nun die einfache physikalische Ortsbeziehung an und für sich, oder als angewandt auf unsere Erkenntnifs mittelst der Perceptionssphären betrachten, so erhalten wir stets folgende Relationen der Individualitäten zu einander.

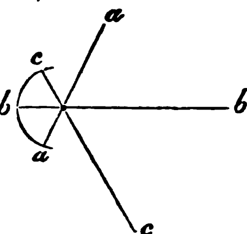
*a)* Es beziehen sich mehrere Punkte aus beliebigen Entfernungen auf einen einzigen, so dafs die Directionen zu ihm sich wie seine Radien verhalten, und die Länge dieser Radien, wie die Entfernungen dieser Punkte. Mittelst dieser Radien könnte man von dem Standpunkte des Centrums die Lage der übrigen Punkte bestimmen. In der Perceptionssphäre finden wir eine analoge Anordnung im Verhalten des Gehörorganes ausgesprochen.




*b)* Hinter diesem Centrum, d. h. bei zunehmender Entfernung und sich gleichbleibenden Directionen, würden sich nun diese kreuzen, und es liefsen sich die einzelnen Punkte eines Körpers nicht mehr auf einen Punkt, sondern am einfachsten auf eine ebene Fläche beziehen, deren einzelne Punkte in einer entgegengesetzten Anordnung erscheinen müfsten, als diejenigen, von welchen die gegebenen Richtungen ausgehen.

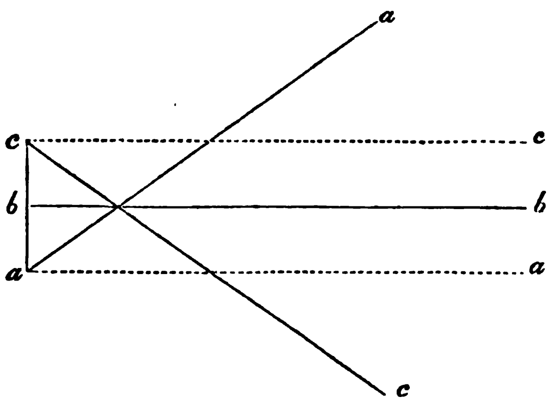


Ist nun die hinter dieser Kreuzungsstelle gelegene eine Perceptionsfläche, die, wie wir behaupten, in jeder specifisch in ihr vorgehenden Reizung ein ihr gegenüberstehendes Object betrachtet, so muſs diese Fläche, um in ihrer Thätigkeitsweise genau zu verfahren, die Concavität eines Kugelabschnittes bilden, dessen Centrum der Kreuzungsstelle der Directionen entspricht.



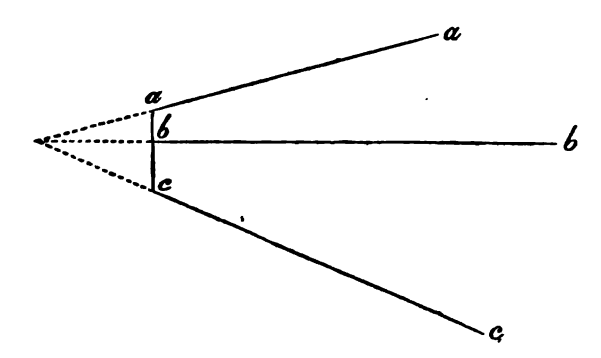

Eine ähnliche Beziehungsweise der Objecte zur sensibelen Fläche werden wir im Auge kennen lernen.

Wäre die Retina eben, so würde sie die Punkte, deren Dasein sie empfindet, gerade vor sich hin verlegen, so die percipirte Anordnung derselben eine dislocirte sein, und die Gröſse der Erscheinung würde die der Perceptionsfläche nicht übertreffen können, wie solches aus den vorliegenden Lineamenten, an welchen die punktirten Linien die Gesichtsdirectionen vorstellen, ersichtlich ist.

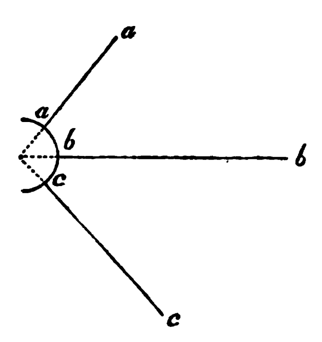



*c)* Beziehen wir aber die gleichen Directionen auf einen vor der Kreuzungsstelle gelegenen Ort, so geschieht dieses wiederum am Besten

an einer Fläche, deren Directionspunkte in gleicher Ordnung auf derselben liegen werden, wie die gegebenen Punkte aufserhalb der Fläche, von dem Standpunkte dieser letztern aus betrachtet; nur werden die Punkte natürlicher Weise auf derselben näher zusammengerückt erscheinen müssen.

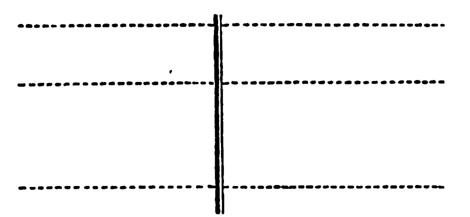



Wäre nun diese eine Perceptionsfläche, so kann sie nur von convexer Form sein, denn alle Directionen werden sich senkrecht auf dieselbe zu beziehen haben. Ein ähnliches directionelles Verhalten finden wir zwischen den zusammengesetzten Augen und ihrer Umgebung.

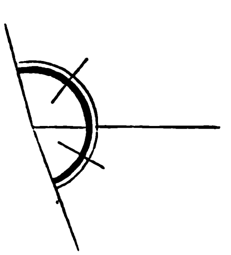



*d)* Wo aber alle Entfernung aufhört, und Fläche an Fläche sich anlegt, da entsprechen sich diese in Formen und Gröfsen; jeder Punkt der einen Fläche steht dem ihn angrenzenden der andern unmittelbar gegenüber, ist gleichsam der Stempel des andern, und die räumliche Anordnung der Punkte in der einen Fläche ist genau dieselbe, wie die der andern, ist gleichsam schon in derselben enthalten. Ist die eine Fläche

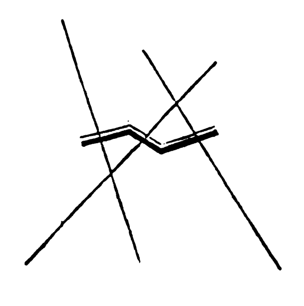
vollkommen eben, so ist es die andere auch, und das directionelle Verhältniſs der einander gegenüberstehenden Punkte ist ein paralleles.

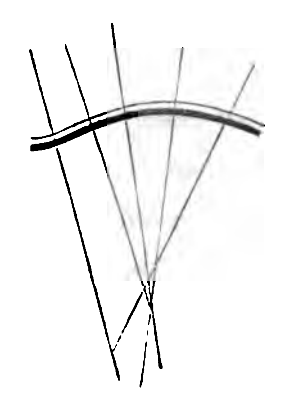


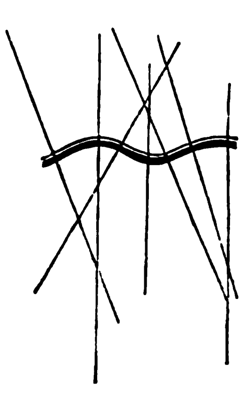
Ist die eine Fläche regelmäſsig convex, so muſs die andere eine gleiche Concavität bilden, und die sämmtlichen Directionen ihrer Antheile beziehen sich auf ein gemeinschaftliches Centrum.



Haben aber beide in einander eingreifende Flächen eine durchaus irreguläre Bildung, so sind auch die Lagendirectionen ihrer einzelnen Punkte zu einander verschieden, und wenn sie, wie in jenen Fällen, durch Linien ausgedrückt werden sollten, so würden diese in eben so groſser Unregelmäſsigkeit, als die Oberflächen sie darbieten, über und unter einander wegziehen.







Diesen ähnliche Beziehungen lassen sich im Verhalten der Tastorgane zu den Tastobjecten nachweisen.

Ein Blick auf das Verhalten unserer Sinnensphäre sagt uns nun, dafs wir alle räumliche Anordnung aufser uns durch Auge, Ohr und Tastorgane entweder aus bestimmter Entfernung in gewissen Directionslinien erkennen, oder in der unmittelbaren Berührung, welche eine bis zum Schwinden verkürzte Entfernung ist, wo aber die Directionen der einander gegenüberstehenden Punkte dennoch fortbestehen.

### C) *Erklärung des Geradeerscheinens.*

Die Erklärung des Aufrecht- oder vielmehr des Geradeerscheinens der Gesichtsobjecte beruht zuvörderst auf die oben ausgesprochene einfache Wahrheit, dafs das Sinnesorgan, in dem Gefühle seiner Erregtheit, das Object nicht nur als ein blofs äufseres, sondern als ein ihm gegenüberstehendes erkenne, indem das objectiv Untere zu einem solchen nur durch ein subjectiv Oberes werden kann, und für alle übrigen Directionen ein Gleiches gilt. Alles also, was eine sensible Fläche anregt, wird von derselben als ihr gegenüberstehend betrachtet, indem sie das Object nur dahin versetzen kann, woher sie angeregt wird. Wir erkennen also stets das Untere von oben her, aber mit einer nach unten gewendeten Perceptionsfläche, das Obere von unten her, aber mit einer nach oben gerichteten sensiblen Fläche, das Rechte mit einer nach rechts, das Vordere mit einer nach vorn gewendeten u. s. w. Eine Sinnenfläche, die von vorn her afficirt wird, kann das Afficirende unmöglich hinter sich stellen, und daher auch eine, die von rechts her afficirt wird, ihre Sensation nicht links hin verlegen kann.

Damit wir nun sehen, wie sich diese einfachen Sätze am Sehen bewahrheiten, wollen wir sie zuerst an der idealen Einheit des aus beiden divergirenden Hälften zur geschlossenen Kugel umgewandelten Orga-

nes betrachten, an welchem natürlicher Weise die vorliegenden undurchsichtigen Häute als durchsichtig gedacht werden müssen.

Um uns aber den Begriff von der Einheit des Auges noch geläufiger zu machen, will ich hier einen Behelf empfehlen, der uns denselben aufs Eindringlichste veranschaulicht. Man denke sich das Auge als eine Glaskugel, die, nachdem sie zuerst mit einer weiſsen und dann mit einer schwarzen Farbe überzogen, an möglichst vielen und möglichst kleinen Punkten von diesen Farben wiederum befreit worden ist, jedoch so, daſs stets ein gefärbtes Pünktchen einem durchsichtigen diametral gegenübersteht. Es stellt sich hier, vielleicht nur in der leisesten Andeutung, auf der fein durchbrochenen innern weiſsen Oberfläche ein eben so fein durchbrochenes Bild der Auſsenwelt in umgekehrten Stellungen dar, und man könnte gewissermaſsen jedes farbige Pünktchen als ein eben so kleines Auge betrachten, das durch die gegenüberstehende pellucide Stelle hindurchblickt.

Dieses Bildes eingedenk wollen wir uns die 4te Fig. der ersten Tafel vorlegen und die Perceptionsweise des Auges an derselben entwickeln. Wir sehen hier das Bild der vier, das Auge einschlieſsenden, Wände auf der innern Fläche der kugligen Netzhaut entworfen, jedoch in einer entgegengesetzten Stellung dieser Wände. Die innere Fläche der Netzhaut ist aber die Perceptionsfläche derselben. Die aus unserm Standpunkt als vordere erscheinende rothe Objectfläche des viereckigen Raumes, sendet ihre Strahlen durch den hier braun gefärbten Antheil der Retina hindurch auf die ihr gegenüberstehende, aus unserm Standpunkte als hintere erscheinende, Perceptionsfläche der Netzhaut. Diese hintere Wand der Retina, die wir hier wegen des von ihr wahrgenommenen rothen Bildes jenes Realflächenantheils gleichfalls roth gezeichnet haben, ist mit ihrer vordern Fläche lichtpercipirend, d. h. sehend. Auf dieser vordern Fläche befindet sich das Bild der rothen Wand, sie wird

also von vorne her durch dieses Bild afficirt, sie nimmt dasselbe, oder vielmehr mittelst oder in demselben, das ihm entsprechende Object als ein vorderes wahr, und ist mithin ihrer ganzen Natur nach vorwärts schauend. Es liegt durchaus ganz aufser dem Bereiche menschlicher Begriffe, diese von vorne her erregte, vorwärtsschauende Sinnenfläche, blofs weil sie eine hintere des Auges ist, auch die Objectfläche als eine hintere betrachten zu lassen. Wie nun aber diese hintere Sensationsfläche nothwendig vorwärtsblickend ist, so ist auch die vordere rückwärts schauend, die linke nach rechts und die rechte nach links gerichtet. Betrachten wir diesen horizontalen Durchschnitt des Gesichtsgebietes als einen verticalen, so ergiebt sich dasselbe für das aus unserm Standpunkte an ihm betrachtete Oben und Unten. Es versteht sich von selbst, dafs wir uns hier nur der leichtern Darstellung wegen grofser Felder bedient haben, denn nur indem wir das, was wir an diesen betrachtet haben, auf die einzelnen, über alle Vorstellung kleinsten, also den wahren mathematischen, Pünktchen der Netzhaut beziehen, können wir uns einen richtigen Begriff von der Anschauung des Continuitäts- und Contiguitätsverhältnisses an der Oberfläche der Dinge machen.

Wir haben zuerst das directionelle Verhalten der Thätigkeit des Auges an der aus zwei divergirenden Hälften zusammengesetzten Einheit des Organes betrachtet, weil sich hier alle erwiesenen Wahrheiten in ihrer geschlossenen Integrität ergeben, weil durch das einfache Verhalten der Dinge die Vorstellung vom Sehprocesse, soweit wir in denselben einzudringen vermögen, sich uns hier in unwiderstehlicher Klarheit offenbart. Wir sind dabei nämlich in den Stand gesetzt, indem wir alle besondern Directionen als die von vorne, oben u. s. w. aufheben, die einzelnen Punkte der Retina, nur in ihrer einfachen, dem Sehen (auch dem der zusammengesetzten Augen) eigenthümlichen Richtungsthätigkeit nach aufsen zu betrachten und bei diesem blofsen Vorsichhinsehen der einzel-

nen Nervenpunkte, wenn wir auch das Bild der Retina als den unmittelbaren Reiz betrachten, in der Verkehrtheit desselben, eine nothwendige Bedingung für die Geradheit der Vorstellung erkennen. Wir haben hier ferner den Vortheil, dafs wir von allen Seiten her senkrecht eintretende, durch das Centrum ungebrochen hindurchgehende Mittelstrahlen an die innere Fläche der Retina gelangen lassen, und dafs also die äufsere Direction der Strahlen mit der im Innern übereinstimmt, wie denn auch das mathematische Centrum des Auges hier mit dem optischen zusammenfällt. Es steht daher auch jeder Punkt in der Sensationsfläche dem ihm entsprechenden in der Aufsenwelt in einer geraden Directionslinie gegenüber, und die Richtungen sämmtlicher Strahlen fallen hier mit denen sämmtlicher Blicke aller mathematischen Punkte der Perceptionsfläche zusammen. Der Totalblick geht, indem er überall auf das Centrum gerichtet ist, durch dieses hindurch auf den ganzen peripherischen Inhalt der Aufsensphäre.

Im organischen Auge können die Richtungen der Strahlen, mit Ausnahme des in der Richtung der Axe senkrecht einfallenden, nicht immer mit den Gesichtsdirectionen, welche sich im übrigen durchaus auf gleiche Weise wie oben verhalten, übereinkommen. Mittelst der Axenstelle der Retina betrachten wir die Gegenstände als vor und aufser uns gelegen, d. h. es sendet diese Stelle ihren Blick senkrecht von ihrer Fläche abwärts nach aufsen, oder die Affection, die das Bild hervorruft, besteht in dem Gefühle des Sehens eines gerade vor uns gelegenen Gegenstandes. Wie sich aber dieser Nervenpunkt zu seinem Bilde verhält, so wird sich ein jeder andere zu dem seinigen auch verhalten müssen. Jeder Punkt der Netzhautfläche sendet daher seinen Blick senkrecht nach aufsen. Damit die Retina alle die Richtungen in sich trage, die zwischen ihr und der äufsern Natur bestehen können, ward sie nach der Kugelgestalt gebildet [c]). So nur ward es ihr möglich, indem sie überall durch ihr eigenes Centrum hindurchblickt, in der Darstellung der Aufsenwelt das Neben-

einander der Dinge, seiner wahren Anordnung und ganzen Ausdehnung gemäfs zu erkennen, oder wie der Dichter sagt: „im kleinsten Raume ausgeführt — — das ganze Weltall einzusaugen."

Wir hätten hiermit das directionelle Verhalten der Gesichtsthätigkeit kennen gelernt, und es frägt sich nun weiter, ob und wie das Auge zur Erkenntnifs des Maafses der Entfernung, nach welchem sich die Objecte zu ihm verhalten, gelangen könne, oder mit andern Worten, warum das Auge seine Eindrücke nicht unmittelbar an Ort und Stelle erkenne, wie dieses bei der Perception mittelst der Tastfläche geschieht, wo doch gleichfalls der Inhalt der Empfindung als ein dem empfindenden Organe gegenüberstehender empfunden wird. Die Beantwortung dieser Frage geht leicht und unumwunden aus einer klaren Einsicht in das physiologische Verhalten des Gesichtssinnes hervor, und es ist unmöglich sich in den Energien desselben, in soweit sie sich auf die Lösung unserer Frage beziehen, auch nur im geringsten zu täuschen.

Die Art und Weise in der sich das Objective dem Auge darstellt ist die eines entfernten Aufsenseins, und das Aufsen- und Ferneerfinden gehört daher auch zu den besondern Sensationsweisen der Retina. Alles wodurch die Retina überhaupt erregt wird, bringt in ihr eine aufser derselben gelegene Erscheinung hervor, denn sie erkennt ihre eigene Reizung als ein von ihr abgelegenes Objectives. Das Gefühl des unmittelbaren Berührtwerdens, welches dem Tastsinne eigen ist, bleibt dem Auge fremd. Es ist das Gefühl des Ferneseins dem Auge eine eben so bestimmte Sinnesenergie, als das Lichte und Farbige, oder als es dem Tastsinne das Gefühl der unmittelbaren Nähe ist. Nur mittelst dieses Ferngefühls übersieht das Auge den weiten grofsen Umfang der Dinge, die breiten grofsen Oberflächen der Aufsenwelt, in ihrer wahren Ausdehnung, und ohne dasselbe würde die nicht aufser uns, sondern durchaus in uns sich darstellende Erscheinung nicht gröfser und anders gestaltet sein können,

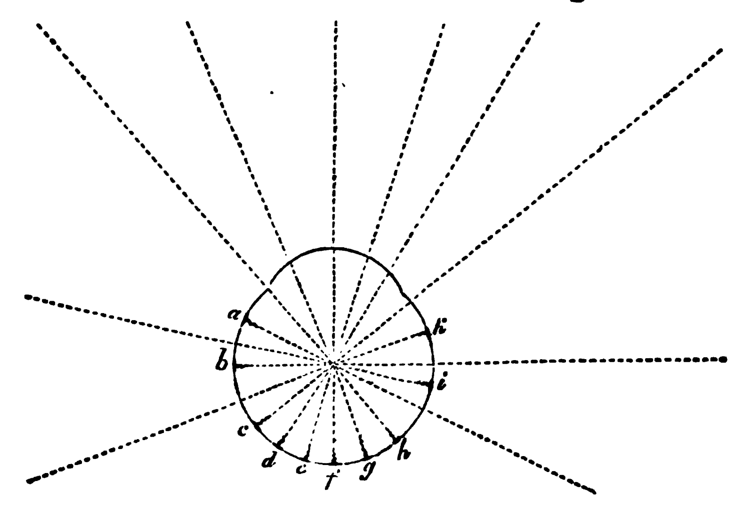
als die Perceptionsfläche selber, und dann erst würden wir die Gegenstände in umgekehrter Stellung erkennen.

Um dem Einwurfe zu begegnen, daſs wir hier der Netzhaut eine Thätigkeit zuschreiben, welche weit auſser ihrem eigenen Bereiche gelegen ist, würden noch einige Erläuterungen des Gesagten vielleicht nicht überflüssig erscheinen dürfen.

Die Netzhaut ist bei aller ihrer Feinheit doch ein Gebilde von körperlicher Ausdehnung, und es wird ihre Masse durch eine vordere und hintere Fläche begrenzt. Wenn sie nun, wie Einige behaupten, nur sich selbst empfinden könnte, so müſste sie sich also auch nicht als Fläche, sondern als ein membranöser Körper empfinden. Ihre vordere Fläche ist der sichtbaren Welt zugewendet, sie empfängt den Strahl, der sich bis zu ihr durch klare Medien hindurch bewegt hat, in seiner vollen Intensität, und auf ihr entwirft sich daher das Bild der Auſsenwelt in seiner ganzen Reinheit. Wir glauben daher, daſs der Perceptionsact selbst, die unmittelbare Betrachtung des Bildes, nur mittelst dieser ihm zugewendeten Fläche der Retina geschehen könne, oder mit andern Worten, daſs dieses ihre Perceptionsfläche sei, während die übrige Masse dazu dient, die einzelnen Punkte derselben mit dem Sehnerven in Continuität zu setzen. Auf gleiche Weise haben auch Hand, Zunge und Nase ihre Perceptionsflächen, welche unmittelbar den Sinnenreiz percipiren, während die tieferen Stellen anderen Empfindungen angehören mögen, oder in so fern sie mit den Perceptionspunkten in Continuität stehen, als die Leitfäden für dieselben zu betrachten sind. Diese fühlende Oberfläche der Netzhaut trägt nun ihre eigene Neigung in sich, indem sie der Concavität einer Kugel entspricht, von der sich von selbst versteht, daſs jedes ihrer Pünktchen dem gemeinschaftlichen Centrum zugeneigt ist. Indem nun irgend ein Reiz eine Stelle der Netzhaut afficirt, betrachtet diese denselben an Ort und Stelle in der Richtung, zu welcher sie die Neigung selbst in sich trägt, als eine auſsen

gelegene Erscheinung. Sie braucht nicht die Directionen der Lichtstrahlen zu empfinden, noch mit unsichtbaren Fühlfäden bis an die Gegenstände hinauszureichen, sondern sie empfindet in der ihr eigenen Art des Gefühls immer etwas Äuſseres, gleich wie das Nervenende am Rumpfe eines amputirten Gliedes sich als fernen Zeh empfindet[f]), oder das erregte Sensorium auſsen gelegene Bilder selbst in sich trägt. Wenn wir uns dieselbe Energie, mittelst welcher wir den nahen Punkt eines Gemäldes für einen fernen ansehen, als auch für das Bild auf unserer Netzhaut vorhanden uns vorstellen, und diese Energie jedem Punkte der Netzhaut selbstständig inne wohnend zuerkennen, so bedarf es ja weiter keines Mittels, als einer concaven Netzhaut, um das Bild der Retina in der wahren Lage und Gröſse der Dinge zu betrachten.

Die hier folgende Figur zeigt uns den Durchschnitt des Auges mit einem ansehnlichen zwischen *a* und *k* eingeschlossen daliegenden Sehfelde. Wir sehen hier zugleich die Richtungen durch Linien ausgedrückt, in welchen die Punkte *a* bis *k* der Retina jegliches Bild, das sich auf ihnen darstellt, zu betrachten haben, und finden zugleich, daſs diese Richtung schon in der Neigung der Retina überall selbst gegeben ist, so daſs die Perceptionsfläche beim Sehen nur in ihrer eigenen Neigung thätig zu sein braucht, um den Inhalt ihrer Sensation in einer bestimmten Richtung zu betrachten.



Durch die Energie des Ferngefühls im Auge ist aber die obige Frage, wie ich hoffe, aufs Entscheidenste gelöst. Während die geschlossene Hand an dem in ihr befindlichen Balle dessen obere Fläche als eine unmittelbar unter der Perceptionsfläche gelegene erkennt, vernimmt das Auge den Eindruck, den ein Punkt des Bildes auf einen seiner obern Punkte macht, als einen objectiv untern, vom Auge entfernten, Punkt. In der eigenen Stellung des Retinaantheiles liegt hier schon die Richtung, in welcher dieser als fern erscheinende Punkt betrachtet wird, und indem alle Punkte in angemessener Weite und Direction wahrgenommen werden, erscheint dem Auge das vor ihm liegende stereometrische Bild der Natur in der ihm eigenen aufrechten Stellung.

Wie fern oder nahe der Retinapunkt in dieser Richtung empfindet, hängt davon ab, wie stark er sich in dieser Beziehung erregt fühlt, also lediglich von der Qualität des Lichtreizes. Das besonders modificirte Licht, das aus gröſsern Entfernungen die Retina erreicht, weckt im Auge stets das Gefühl eines gröſsern Ferneseins, als die grellern und nähern Gegenstände, und durch diese Unterschiede in den Ferneenergien wird das Auge zur stereometrischen Anschauung besonders befähigt, ganz abgesehn von der Genauigkeit, die ihr der jedesmalige Refractionszustand des Organes verleiht, und der sich immer nur auf den einen Punkt, der in die Augenaxe fällt, zu beziehen vermag. Der Strahlenkegel, der von einem bestimmten Objectpunkte ausgeht, verändert auf seinem Wege zum Auge seine Natur, indem er einen eigenthümlichen Ton annimmt, den ihm wohl gröſstentheils die Luftschicht verleiht, die er zu durchdringen hat; und es ist leicht einzusehn, wie der so besonders geartete Reiz durch den Grad seines Eindrucks auch der Empfindung eine besondere Abstufung verleiht, die dem Grade der Ferne entspricht.

Wie sehr der Grad des Ferngefühls in der Reizungsweise selbst liegt, sehen wir an den Panoramagemälden, den Spiegelbildern und vie-

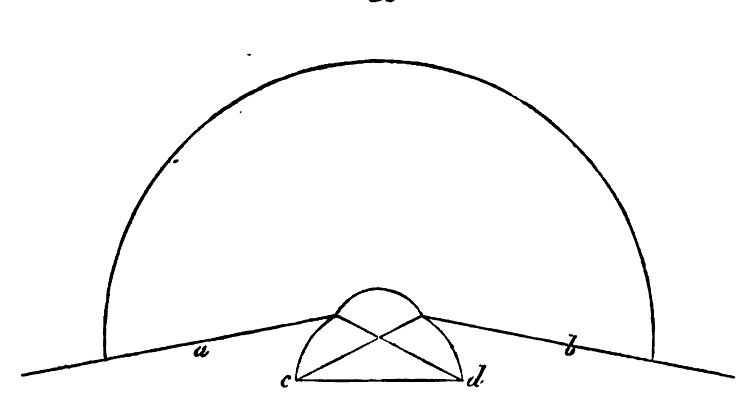
len andern dioptrischen und catoptrischen Erscheinungsweisen. Wir haben hier meist ein viel gröſseres Ferngefühl, als die Nähe des Objectes es erheischt, indem diejenigen Momente des Ferneseins dem Lichte schon früher einverleibt sind, welche dasselbe sonst erst nach langem Wege zu erlangen pflegt. Auf gleiche Weise hat auch das Ohr seine Empfindung für geringere und gröſsere Ferne, die sich bei letzterer als eine besondere Dumpfheit des Tones ausspricht, und von der Schwäche desselben wohl zu unterscheiden ist. Auch hier läſst sich die Entfernung sehr erfolgreich nachahmen, indem wir die Helle des Tones durch zwischen uns und dem tönenden Körper gelegene schlechte Leiter abstumpfen, wodurch er nach kurzem Wege Eigenschaften erlangt, die ihm bei seiner Bewegung durch reine Luft erst nach langem Wege ertheilt werden.

Die Erkenntnisse des Auſsenseins, der Ausdehnung, der stereometrischen Anordnung und die Geradheit der Erscheinung wären demnach so innig mit einander verbunden, daſs in jedem dieser Momente die Bedingungen zu den übrigen liegen. Wenn wir also die Objecte umgekehrt sehen würden, so müſste die ganze Erscheinung derselben durchaus klein, flach, hemisphärisch und in uns gelegen sich darstellen.

Das Bild auf der Retina kann also nicht so unmittelbar wahrgenommen werden, wie es da liegt, sondern ist nur als der Reiz zu betrachten, der die lebendige Thätigkeit des Auges weckt, mittelst welcher das Bild erst zu einer Gesichtserscheinung erhoben wird. Das Bild, welches wir im geöffneten Auge anderer Wesen sehen, wird ja eigentlich auch erst durch das Auge des Beschauers zum Bilde. Wir betrachten es daher als ein sichtbares Bezeichnetsein der Punkte, zu welchen von gewissen Punkten der Auſsenwelt die einzelnen Strahlenbündel gelangt sind, die als Reize der Sehfläche die besondere Thätigkeit derselben in einer ihrer Natur gemäſsen Weise hervorrufen.

Man denke sich nach allem diesem die 6te Figur der 1sten Tafel als die Perceptionsfläche einer Netzhaut, deren jedes Pünktchen wie ein besonderes Äuglein gerade vor sich hinblickt, oder, was einerlei ist, bei jeder Affection die Empfindung in sich trägt, als läge etwas vor und aufser ihm. Der unmittelbare Reiz sei das Bild *abcde*, das wir hier, der Sichtbarkeit wegen, in breiten farbigen Streifen dargestellt haben. Die Fernestellen sind nicht, wie in den übrigen Bildern, durch stärkere, sondern durch schwächere Farben angegeben. Der braune Antheil *ab* im Auge wird nach seiner Mitte zu allmählig ferner empfunden, als an seinen Seitentheilen, zugleich ist aus der nur schwachen Abstufung seines Farbentones ersichtlich, dafs der Unterschied der Ferne hier nicht sehr bedeutend sein könne. Demgemäfs würde das Bild *ab*, indem es im Auge eine ihm entsprechende Sensation hervorruft, die Erscheinung *ab* der 7ten Fig., welche eben der Inhalt dieser Sensation sein würde, veranlassen. Eben so würde der Fleck *bc* auf der Retina in der Affection derselben die Erscheinung *bc* der 7ten Fig. hervorrufen, so wie überhaupt die übrigen farbigen Punkte der Netzhaut die von gleichen Buchstaben eingeschlossenen Flächen zum Inhalte ihrer Sensation haben müfsten, und die ganze Erscheinung würde demzufolge das Ansehn der 7ten Fig. gewinnen.

Aus unserer Ansicht erklärt sich zugleich die kuglige Gestalt des Auges, während für die andere, welche eine unmittelbare Assimilation des Bildes annimmt, dieselbe von gar keinem Belange sein dürfte, indem eine ebene Fläche, oder ein Polygon, eben so gut das Bild unmittelbar empfinden würde, und zwar um so mehr, als nach derselben die wirkliche Gestaltung und Lage der Dinge nur Sache des Urtheils ist. Es würden in der hier folgenden Figur:




die Strahlen *a* und *b*, welche ein Gesichtsfeld von mehr als 180 Graden begrenzen, nachdem dieselben gebrochen und an die Retina gelangt sind, die Punkte *c* und *d* treffen. Das ganze Bild, welches zwischen diesen beiden Seitenstrahlen mitten inneliegt, würde sich auf einer ganz flachen Retina darstellen lassen, die wir hier durch die gerade Linie *cd* bezeichnet haben. Nach unserer Ansicht würde aber in diesem Falle das Bild, wenn in der Perception die Erscheinung wirklich aus uns heraustreten würde, immer nur die Gröfse der Perceptionsfläche beibehalten müssen, wie wir dieses bereits durch eine Figur im Abschnitte über die Bestimmung der räumlichen Anordnung der Dinge klar gemacht haben.

Wenn aber bei einem ganz ähnlichen Bilde auf der Netzhaut, wie das in der 6ten Fig. gegebene, diese ein Polyëder darstellen würde, so müfsten, bei einer gleichzeitigen Umkehrung der den einzelnen Antheilen der Sensationsfläche gegenüberstehenden Objectpartieen, zugleich in den Winkeln derselben Unterbrechungen des Gesichtsfeldes stattfinden, und dieses würde nun in eben so viele gleich grofse und gleich gestaltete kleine Gesichtsfelder zerfallen, als die Netzhaut selbst in sich trägt.

Die Abstände zwischen den einzelnen Gesichtsfeldern würden scheinbar um so gröfser sein, je entfernter die Objecte sind, wobei sie indefs stets unter gleichen Winkeln gesehen werden müfsten. Es würden sich die Erscheinungen ganz so verhalten, wie wir sie in der 8ten Fig. dar-

gestellt erblicken, wo eben ein polyëdrischer Netzhaut-Antheil mit gleichen Bildern, wie in der 6ten Fig., zu sehen ist; indem sich den von gewissen Buchstaben eingeschlossenen Retinapartieen die mit gleichen Buchstaben bezeichneten Erscheinungen darbieten müſsten.

---

Man könnte uns jedoch die Täuschungen, denen wir bei Abschätzung der Fernen ausgesetzt sind, als Einwurf gegen unsere Ansicht über die Präcision des Ferngefühls entgegenstellen, und wir erachten es daher für nothwendig, durch eine genauere Analyse dieser Erscheinungen jedem Zweifel über die Zulänglichkeit unserer Ansicht zuvorzukommen. Vor allen Dingen ist zu bemerken, daſs diese Täuschungen dem Auſsenerfinden der Gesichtsobjecte keinesweges entgegen sind, indem das Auge auch dasjenige als auſser ihm gelegen empfindet, über dessen Entfernung wir gar kein Urtheil haben, und also das bloſse Auſsenliegen immerhin noch stattfinden kann, wo wir über das Maaſs der Weite nichts zu sagen wissen.

Die Täuschungen hinsichtlich der Entfernungen sind mannigfacher Art, und können füglich unter folgende Categorien gebracht werden:

1. Täuschungen aus subjectiven Gründen, wo zwar das Sichtbare seine Entfernung zu erkennen giebt, das Sehende aber auf die erhaltenen Eindrücke nicht mit gehöriger Bestimmtheit reagirt. So vermag das menschliche Kind bei der schlaffen und unbestimmten Haltung seiner Augenmuskeln, und dem anfänglich sehr unvollkommen entwickelten Sinnesvermögen, weder durch eine bestimmte Haltung des Auges, noch durch gehörige Unterscheidung der Nüançen in den Affectionen seines Innern, nicht gehörig über die Entfernung der Dinge zu urtheilen und nimmt daher oft ein Entferntes für ein Nahes. Aus gleichen Gründen wird der Blindgeborne, durch die Operation geheilte, so lange sein Organ noch

nicht durch Übung die feste Haltung und Genauigkeit der Empfindungen, die eigentlich seine Normalität ausmachen, gewonnen hat, ähnlichen Täuschungen unterworfen bleiben, wie solches sich auch aus den von Cheselden und Grant beschriebenen Fällen ergiebt, wogegen der von Wardrop geheilte Blindgeborne die Entfernungen der Dinge schon gleich anfangs sehr richtig erkannte. Das sehend in die Welt gesetzte Thier bringt alle diese Vollkommenheiten schon mit, und zwar in einem Grade, welcher dem seiner thierischen Entwickelung, und also seiner Selbstständigkeit, entspricht. Bei der Übung des Auges werden diese Irrthümer, wo sie Anfangs bestehen, immer seltener und beziehen sich meist nur auf gröſsere Fernen, weil hier die Stellung der Axen nur unmerklicher Neigungunterschiede fähig ist, und zugleich die zwischen uns und dem Objecte befindliche, in ihrer Durchsichtigkeit und Färbung so veränderliche, Luftschicht bei gleicher Entfernung oft verschiedenartige Effecte verursacht.

2. Von den andern Arten der Täuschungen, welche aus objectiven Ursachen stattfinden, erwähnen wir zuerst derjenigen, wo Licht und Farbenqualitäten so neben einander angeordnet sind, und ihnen ein so eigenthümlicher Ton verliehen wird, daſs sie sich zum Auge ganz so verhalten, wie Lichtreize, die ihnen aus ganz andern Entfernungen zugeführt werden, und da die Reize mit einander so gut als übereinkommen, so muſs dieses auch mit den Empfindungen der Fall sein. Dieser Täuschungen, die sich alle auf bildliche Darstellungen beziehen, ist bereits an mehreren Orten unserer Abhandlung Erwähnung geschehen.

Dann kommen wir noch zu andern Täuschungen, welche gleichfalls aus äuſsern Bedingungen sich ableiten lassen. Es sind diese solche dem Auge sich darbietende Qualitäten des Objectiven, die sich bei allen Entfernungen mehr oder minder gleichbleiben, und daher auch keine Empfindungen für gröſsere oder geringere Ferne zu erwecken vermögen.

Die Retina, welche jeden auf sie einwirkenden Reiz als ein vor und aufser ihr gelegenes Objectives betrachtet, reagirt natürlich auch in derselben Weise, wenn die Anregung ihrer Thätigkeit von innen her geschieht, oder durch ihre hintere Fläche hindurch bis an die vordere, d. i. die Perceptionsfläche, vordringt. Sie sieht nämlich in unbestimmter Entfernung aufsen gelegene Bilder. Da die subjectiven Gesichtsbilder keiner bestimmten Ferne entsprechen, und im Ganzen nur als leuchtende, dunkele, oder farbige Lücken im Sehfelde betrachtet werden können, so passen sie sich jeglicher Ferne an, die uns aus den rings umher befindlichen sichtbaren Objecten entgegentritt. Wir sehen daher die Aderfigur, die abklingenden Farbenbilder, um so gröfser und so entfernter, je weiter die Wand von uns abliegt, gegen welche wir sie betrachten, und ein kleines Bildchen wird so zu einer grofsen Fläche. Dieser Umstand, auf welchen Hueck *) uns schon aufmerksam gemacht hat, ist ein noch besonders sprechender Beleg für die Existenz des Ferngefühls, indem nur bei dem sichtbaren Hervortreten der Bilder aus dem Auge eine solche Vergröfserung des Räumlichen in der Erscheinung bestehen kann. Die Druckbilder des Auges erscheinen an entgegengesetzten Seiten ihrer Druckstellen, und beweisen mithin schon dadurch, dafs die Retina in ihrer besondern Perceptionsweise alle Erscheinungen als vor und aufser ihr gelegen betrachte. Die leuchtenden Druckbilder im Dunkeln sind nur unter bestimmten Gesichtswinkeln erkannte, scheinbar aufser dem Auge gelegene, leuchtende Erscheinungen, für die sich weder eine bestimmte Gröfse noch Ferne angeben läfst. Die dunkeln Flecke dagegen, die am Tage auf den leisesten Druck der Randstellen der Retina erfolgen, sind durchaus nur als schwarze Lücken zu betrachten, die wir mitten in dem Schattenrande unseres Gesichtsfeldes erkennen, der durch die unvollkommene

*) A. Hueck. Das Sehen, dem äufsern Processe nach entwickelt. Göttingen, 1830. S. 21.

*B.* Das vollendete Schwarz, als eine Negation des Lichtes und des Sehens, hat keine Tiefe fürs Auge, weil es sich eben selbst nicht räumlich darzustellen vermag. Wir schätzen daher die Gröſse eines absolut schwarzen Feldes nach der Gröſse der Lücke, die es im Felde des Sichtbaren hervorbringt, und seine Entfernung in Gemäſsheit der Gröſse dieser letztern.

Die Entfernung und Gröſse des absolut Schwarzen und Dunkeln, deren Erkenntniſs der Energie des Auges versagt ist, kommt auf anderm Wege zu unserm Bewuſstsein. Wenn wir nämlich ein isolirtes, uns sehr nahe liegendes, finsteres Object mit beiden Augen betrachten, so haben wir doppelte Momente, aus denen wir ein Maaſs für seine Gröſse und Entfernung entnehmen; einmal unser eigenes, die Stellung der Augenaxen begleitendes Gefühl, und zweitens die unbewuſst von uns in Anschlag gebrachte Distanz der Doppelbilder in den rings umhergelegenen Objectpunkten, bei der Einheit der Erscheinung des Schwarzen. Da nun alle Objecte, die sich diesseits der Grenze des deutlichen Sehens befinden, uns undeutlicher erscheinen, wenn wir sie dem Auge nähern, so haben wir über ihre Gröſse und Entfernung auch kein bestimmtes Urtheil. Wir sehen hier unter einem bestimmten Winkel eine Lücke im Gesichtsfelde, und wenn eine solche unterbrochene Stelle des Sehfeldes sich durch dasselbe rasch durchbewegt, so irren wir uns über die Entfernung und Gröſse des Objects um so leichter, indem wir, weil wir eben in dieser Nähe nicht zu sehen gewohnt sind, die an dem Auge nur nahe vorübergehende Erscheinung nach Maaſsgabe unserer natürlichen Gesichtsweite abschätzen, und auf diese Weise ein am äuſsern Augenwinkel vorüberfliegendes Insekt für einen Vogel halten.

Wir haben uns noch über die besondern Erscheinungsweisen der subjectiven Gesichtsbilder, wie auch über den Abstand, in welchem sie zu uns erscheinen, näher zu erklären.

Es stehe das Verkehrtsehen in keinem Widerspruche mit dem Fühlen, sondern im Einklange, denn da wir als Fühlende mit dem Befühlten zugleich im Gesichtsfelde verkehrt erscheinen, so haben wir bei der Gesammtumkehrung alles Vorhandenen nirgends ein Zeichen um derselben inne zu werden.

Es wird nun allerdings ein grofser Theil unseres eigenen Bildes mit dem der übrigen Natur auf der Netzhaut entworfen, und wenn wir der Ansicht, die eine unmittelbare Anschauung dieses Bildes annimmt, beistimmen wollten, so müssen wir die Phantasie unser eigenes Bild ergänzen lassen, welche unsern Kopf dahin versetzen wird, wo er in Übereinstimmung mit dem Gesehenen hingehört, und auf diese Weise würden wir uns selbst in jeglicher Hinsicht in umgekehrter Stellung erscheinen. Daher verhalten wir uns denn auch als sichtbare Wesen nicht umgekehrt, sondern gerade zur übrigen sichtbaren Natur, eben so gerade, wie wir uns als tastende Subjecte in die Mitte der Dinge versetzt sehen, und da wir tasten, wie wir sehen, und uns überhaupt nur nach dem in der Welt orientiren, was wir empfinden, so liefse sich denken, dafs unser Sinn wirklich in so weit befangen wäre, als wir, als umgekehrte Gesichtsobjecte, mit der ganzen übrigen umgekehrten Welt im höchsten Einklange agiren.

Die Theorie des Verkehrtsehens hat ihren Grund in der Verkehrtheit des Bildes auf der Netzhaut. Es ist indefs nichts leichter, als erfahrungsgemäfs nachzuweisen, dafs trotz dieser Verkehrtheit keine Umkehrung der Perception stattfinden könne. Da wir selbst nach jener Ansicht auch umgekehrt und zur übrigen Natur in geraden Rapport gestellt werden, so können wir auch mit grofser Zuversicht irgend ein Object, z. B. ein brennendes Licht, uns gerade gegenüberstellen. Wir wissen aber demungeachtet ganz genau, dafs sich der Fufs des Leuchters unserer Stirne zugewandt im Auge abbildet, das Bild der Flamme dagegen nach der Stelle hingerichtet ist, die dem Kinne des Gesichtes entspricht. Wenn wir nun

das Bild unmittelbar und verkehrt empfünden, so müſste sich uns die Erscheinung auch ganz in derselben Anordnung aufdrängen; dieses geschieht aber nicht, und folglich sehen wir gerade.

Gegen diesen Einwurf habe ich nun die Vertheidiger des Verkehrtsehens sich folgendermaſsen erklären hören. Da wir uns so weit im Gesichtsfelde umgekehrt haben, als wir selbst sichtbar sind, so hat nothwendiger Weise die Phantasie an den übrigen Theilen unseres Körpers diese Umkehrung zu vollenden, die Retina wird sich so zuletzt selbst zum Objecte, betrachtet sich gewissermaſsen auf ideale Weise selbst, und zwar mit ihrer rechten Seite ihre linke, mit ihren obern Punkten ihre untern, kehrt sich so in sich selber um, und diese umgekehrte Retina ist gerade die, die in unserer Vorstellung existirt. Daher wird denn die umgekehrte Retina zu dem umgekehrten Bilde sich dennoch gerade verhalten müssen. Nun ist es ja aber schon die umgekehrte Retina, auf welcher wir das verkehrte Bild betrachten, denn wir haben ja von derselben, wie von allem was an, in und um uns ist, nach jener Ansicht keinen andern Begriff, als eben einen verkehrten, und dennoch besteht diese Miſsstellung zwischen dem Bilde im Auge und unsern Kopfantheilen immer fort. Wir mögen uns selbst gerade oder verkehrt begreifen, so behalten wir doch gerade zu der Stellung, in der wir uns einmal erkennen, das Bild einer brennenden Kerze im Auge, deren Flamme nach unserm Kinne herabblickt, und es müſsten sich also auch nothwendiger Weise Kinn und Flamme, so wie Stirn und Fuſs des Leuchters, in ihrer Lagenanordnung zu entsprechen haben.

Auſserdem läſst sich gegen jene Ansicht noch sehr vieles einwenden, und zwar eben das, was von ihren Anhängern als Basis für dieselbe angeführt wird. Diese gehen von dem Grundsatze aus, daſs wir nicht über unsere eigenen sensibeln Organe hinausfühlen, sondern nur den Zustand dieser selbst empfinden können, wodurch denn Ort der Affection und Ort der Erschei-

nung zusammenfallen müssen *). Sehr auffallend ergiebt sich aber die Unmöglichkeit einer solchen Einheit der Orte, wenn wir den Augapfel an irgend einer Stelle, z. B. in der Gegend unseres äufsern Augenwinkels, drücken. Wir wissen hier mit hoher Zuversicht, dafs wir nur einen Druck, und zwar an einer einzigen Stelle unseres Körpers anbringen, und doch treten zwei räumlich geschiedene Affectionen hervor, nämlich die Druckempfindung an der Stelle selbst, und das Druckbild, welches ihr gegenüberliegt. Offenbar empfinden wir ja hier die eine oder die andere sensitive Erscheinung nicht als an Ort und Stelle des afficirten Organes selbst gelegen.

Wunderbar ist übrigens bei jener Ansicht der Umstand, dafs die Netzhaut sich als Subject und Object zugleich verhält, und zwar dieses in zwei einander durchaus widersprechenden Weisen; einmal indem sie sich selbst in ihrer eigenen Gestalt, Lage und Gröfse fühlt, andererseits aber wieder in umgekehrter Lage, weil sie sich selbst betrachtet, und also mit ihrem obern Theile ihren untern anschaut, welchen wir daher für ihren obern halten.

Wie es denn überhaupt schwer ist, sich diese Ansicht geläufig zu machen, so ist es auch ganz besonders für die Directionen von vorn und hinten der Fall. Es wird nämlich alles, was vor uns liegt, nothwendig als ein mehr Hinteres erscheinen müssen, und alles, was nur eben hinter den seitlichen Directionen zu liegen kommt, als um eben so viel nach vorne gerückt betrachtet werden müssen, wie sich solches einerseits aus der gehörigen Würdigung der vordern und hintern Partie der Retina bei

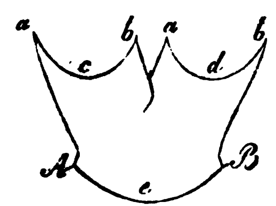
*) Es ist überhaupt der Physiologie nicht genügend, wenn man behauptet, dafs die Netzhaut ihren eigenen Zustand empfinde, ohne sich über eben diesen Zustand weiter zu verbreiten Wir sagen daher sie empfinde in ihrer Erregtheit ihre eigenen Energien, und diese sind keine andern als Licht, Farben und Fernegefühl. Jeder dieser Qualitäten wird durch den Grad des Reizes ein bestimmtes Maafs beigegeben, wodurch denn auch die ganze Sinneserscheinung auf eine naturgemäfse Weise geregelt wird und ihre Einzelnheiten uns in allen Nüancen des Hellen und Dunkeln, des Hochfarbigen und Blassen, des Nahen und Entlegenen erscheinen.

divergirenden Augen ergiebt, und anderseits aus der Anordnung der Theile in unserm eigenen, indem die sich unmittelbar selbst fühlende Retina ihre Axenstelle mit den von vorn her auf derselben entworfenen Bildern, als hintere Partie der Retina empfinden muſs, während die von hinten und der Seite her bestrahlten Randstellen die Empfindungen des Vorneseins in sich tragen müſsten.

Wenn nun eine solche Totalinversion, so lange man es mit einem einzigen oder zwei durchaus differenten Augen zu thun hat, immerhin noch einigermaſsen gedacht werden kann, so hat dieses, bei der Coexistenz zweier convergirenden Augen, seine groſsen, und wohl gar nicht zu beseitigenden Schwierigkeiten. Die vollendete Unmöglichkeit einer solchen Vorstellungsweise scheint mir übrigens aus der nähern Beachtung der zwischen beiden Augen gelegenen Partie der Nase und der Nasenwurzel hervorzugehen, indem dieselben von jedem Auge besonders nach entgegengesetzter Richtung hin verlegt werden, wodurch sie als zwei getrennte Erscheinungen an der äuſsern Seite des Gesichtes, und also im subjectiven Gesichtsfelde an dessen äuſsersten Stellen zu liegen kommen. Es würde also nach der Ansicht des Verkehrtsehens jedes Auge für sich die ihm zunächst gelegenen Körperantheile umzukehren, und jeden Theil unseres Angesichtes auf zwei differente Theile der Netzhaut zu beziehen haben, wodurch wir stets ein weit von einander gerücktes Doppelbild unseres eigenen Kopfes erhalten müſsten. Die tastende Hand, die sich nach eben dieser Ansicht lediglich nach der Gesichtsvorstellung richtet, und für welche wir alle unsere Begriffe von Lagen aus der Gesichtswelt entnehmen sollen, würde also hier gar kein Leitzeichen haben; sie würde es im Gegentheil allein sein können, welche unsere Gesichtsvorstellung berichtigt.

Nicht minder sträubt sich unser Urtheil gegen die Annahme des unmittelbaren Beschauens der Netzhautpunkte insofern, als sie es erheischt, daſs die Erscheinung sich nicht auſser uns, sondern in uns, und zwar in

der Gestalt und Gröſse der Retina selbst darbiete. Da wird nun gesagt, daſs wir erst zur Anschauung der wahren Punkte unserer selbst gelangen, sobald wir auf die Netzhaut von auſsen her einen Druck anbringen, und so in den Erscheinungsstellen der Druckfiguren, die den Druckstellen entsprechenden wahren Punkte der Netzhaut erblicken. Die Experimente der Druckfiguren sind es aber gerade, welche dieser Ansicht auf höchst auffallende Weise widersprechen. Indem wir das Auge an einem der innern Augenwinkel drücken, erscheint das Bild nach auſsen hin. Wäre nun dieser nach auſsen gelegene Punkt die afficirte Stelle selbst, so dürfte er sich doch nur am innern Augenwinkel der entgegengesetzten Seite zeigen, welche nämlich diejenige Stelle sein würde, für welche wir, die wir uns selbst umgekehrt begreifen, fälschlich die gedrückte halten. So aber entsteht für eine in der Mitte unseres Gesichtes gelegene Partie eine seitliche Erscheinung, welche, wenn sie die wahre Mittelstelle desselben andeuten würde, uns nothwendig zugleich voraussetzen lassen müſste, daſs wir uns nicht in uns selbst, d. h. in der Richtung unserer Körperaxe, sondern seitlich auſser uns umkehren, und wenn wir das Experiment an beiden Augen machen, so haben wir statt einer Mittelstelle, die dem Abstande der beiden Augen entspricht, zwei weit von einander gerückte seitliche Punkte, welches mit der Ansicht, daſs Ort der Affection und Ort der sinnlichen Darstellung übereinkommen, durchaus im Widerspruche steht. Gegen diesen Einwurf erwidern nun die Verfechter des Verkehrtsehens, daſs wir eigentlich jegliche Druckfigur auf die sich in den Netzhäuten einander entsprechenden identischen Punkte, und demgemäſs auf das gemeinsame subjective Gesichtsfeld zurückzuführen, und die Erscheinung nach der räumlichen Anordnung in diesem zu beurtheilen haben.




Jede Erscheinung im Punkte *a* des Auges *c* ist hinsichtlich ihres Ortes gleich derjenigen zu betrachten, die im Punkte *a* des Auges *d* entsteht, indem beide im subjectiven Gesichtsfelde *e* die Erscheinung, als in *A* gelegen, hervortreten lassen. Eben so haben die drei Punkte *b*, *b* und *B* nur eine gemeinschaftliche Erscheinungsstelle in *B*.

So sehr wir auch mit dieser Ansicht hinsichtlich der Identität jener Punkte übereinstimmen, so läfst sich doch nicht leugnen, dafs beide Sinnesflächen, wenn gleich durch die Beziehung, in der sie zu einander stehen, zu einer Einheit verbunden, dennoch in zwei gesonderten Räumen sich darstellen und jede sich besonders auch in der Erscheinung der Doppelbilder geltend mache. Es ist also schon diese Reduction des Ortes zweier getrennten Organe auf einen gemeinschaftlichen Erscheinungsplatz, mit der Annahme, dafs die Retina sich an Ort und Stelle selbst anschaue, nicht zu vereinbaren. Was übrigens von den Erscheinungsstellen der Druckfiguren zu halten ist, darüber haben wir uns bereits früher erklärt.

Wenn ferner der Ort der Erscheinung mit dem des empfindenden Organes zusammenfallen würde, so könnte ja auch die Erscheinung nur wie das Organ selbst gestaltet sein. Sobald wir aber nicht unmittelbar die Gestalt der Retina empfinden, so ist ja auch der Ort der Erscheinung schon ein anderer als der ihrige. Es behaupten nun zwar die der Ansicht des Verkehrtsehens Zugethanen, dafs dieses auch durchaus der Fall sei, und dafs erst Gewohnheit und Urtheil der sichtbaren Welt dieses vielgestaltete Tiefenansehn geben, welches wir schon sinnlich an ihr zu erkennen glauben. Selbst der Umstand, dafs alles Sichtbare vor

uns erscheint, und hinter uns jede Aussicht verschlossen ist, genügt ihnen nicht, indem ihnen das Vorunserscheinen nicht mehr für ein reines Phänomen gilt, sondern für einen durch Urtheil und Gewohnheit erworbenen Zustand. Auch sagen sie, da es nur relative Gröfsen und Lagen giebt, und wir alle Gröfsen nach dem Maafsstabe unseres Auges messen, in welchem unser eigenes Bild einen nur sehr kleinen Platz einnimmt, unser Urtheil allmählig das kleine Bild als einen grofsen Gegenstand schätzen lernt, dafs wir ebenfalls aus der Art des Bildes, zuletzt auf das Maafs seiner Entfernungen zu schliefsen uns gewöhnen, und zwar geschehe dieses auf ähnliche Weise, wie das kleine und nahe Bild in der Camera obscura sich in allmählig wachsenden Gröfsen und Fernen vor unserm Auge entfaltet.

Was nun das Phänomen des Aufsenliegens und Vorunserscheinens anbetrifft, so fassen wir es eben so und nicht anders auf, als es die ganze Menschheit in ihrer unbefangenen Sinnesweise seit jeher gekannt hat. Wir nehmen die Erscheinung wie sie sich darbietet, und suchen sie demgemäfs zu erklären. Dagegen wird jeder fremde, uneigentliche Zustand unseres Sinnengefühls, von welchem wir uns in Folge besonderer Ansichten einen Begriff zu erkünsteln haben, nach unserm Dafürhalten, der scharfen und unbefangenen Naturbetrachtung durchaus fremd bleiben müssen. — Wenn wir jemals die Welt in uns, in der Gestalt des kleinen concaven Netzhautbildes empfunden hätten, wenn dieses sogar die eigentliche naturgemäfse Form wäre, in der wir empfinden; so würde es uns nicht so ganz unmöglich sein, das Bild der Aufsenwelt auf diesen Zustand zurückzuführen, nicht so schwer ihn auch nur ahnen. Das Beispiel von dem blindgebornen, durch Cheselden operirten Kinde, welches die Gegenstände wie in der Berührung mit sich selbst gewahrt haben soll, ist schon an sich als eine isolirte, nicht genug geprüfte Erscheinung unzuverläfsig, und hat sich in mehreren spätern Fällen von Blindgebornen und durch

die Operation sehend gewordenen, durchaus nicht bestätigt, indem zwar in diesen Täuschungen über den Grad der Entfernung stattgefunden haben, jedoch überall das Objective sogleich als ein äufseres und vor dem Individuum daliegendes erkannt worden ist *). Auch können die Ausdrücke über eine so neue als grofsartige Erscheinung, wie die des ersten Gesichtsphänomens ist, besonders bei einem Kinde, nur sehr unbestimmt ausfallen, wobei noch zu erwägen ist, dafs auch der Redlichste den unbestimmten Worten eines unmündigen Erzählers, oft unwillkührlich einen Sinn unterlegt, der seinen bisher gehegten Vorstellungen von einer Sache gemäfs ist. Wir sehen es dagegen offenbar, wie die ersten bestimmten Bewegungen des Kindes in einem Greifen nach Aufsen bestehen, sei es selbst nach dem Monde, dessen Entfernung dasselbe aus bereits erörterten Gründen nicht abzuschätzen weifs. Auch widerspricht jener Erfahrung Cheseldens die sich uns täglich darbietende Beobachtung, nach welcher die sehend in die Welt gesetzten Thiere gleich nach ihrer Geburt ihre Nahrung, mittelst des Auges, aufsen suchen und finden. Läuft nicht das Hühnchen sogleich, nachdem es das Ei verlassen hat, noch ehe es sich hinsichtlich seiner eigenen sichtbaren Erscheinung orientiren konnte, auf das ihm ausgestreute Futter zu, das es schon auf der Entfernung als ein wirklich äufserliches erkennt? Zwar könnte man sagen, dafs der Instinkt dasselbe dazu antreibe; doch wäre durch dieses unbekannte Agens, dem man viel uns Unbegreifliches aufbürden kann, wahrlich noch nichts erklärt. Auch wäre es eben so wenig zu fassen, wie dieser dunkele psychische Impuls ein inneres Bild zu einer auswendigen Erscheinung machen sollte, gleichwie das Urtheil die winzige Gröfse eines Netzhautpunktes zur Riesengestalt entlegener Berge.

---

*) Siehe den Anhang zu Zeune's Belisar. Berlin, 1833.

Was nun die wachsende Gröſse der Bilder in der Camera obscura betrifft, so habe ich hier zu bemerken, daſs wir im ersten Momente ihres Erblickens sogleich die weiſse Fläche gewahren, auf welcher sie sich abmalen, und wir daher, für den Augenblick, diese Fläche zugleich mit dem Bilde sehen. Hierin läge denn auch der Grund warum uns dessen Objecte vor der Hand noch klein erscheinen. Bald aber vergessen wir die weiſse Wand, und betrachteten die sich auf ihr darstellende Welt, die aus ansehnlicher Entfernung mittelst des gebrochenen Lichtes dahin gelangt, ganz allein. Das Auge wird durch die Lichtmomente, welche die Fernen mit sich bringen, zu denselben entsprechenden Gefühlen angeregt, und empfindet daher alles ferner und gröſser als es im Bilde gegeben ist. Jedoch ist es uns ein Leichtes die Illusion wieder aufzuheben. Wir brauchen nur den Blick fest auf die Wand zu richten, auf welcher das Bild sich befindet; mit der veränderten Neigung der Augenaxen und der Zusammenziehung der Pupille, werden zugleich die Gestalten wieder näher und kleiner erscheinen. Das groſse Bild der Natur läſst sich aber nicht in Gestalt und Gröſse der Netzhaut in dieselbe hineinbannen. Diese zunehmende Weite und Vergröſserung der Objecte ist einzig und allein aus dem Ferngefühle zu erklären, das hier durch besondere Momente gesteigert ist. Das Bild ist schon als ein nahes, auſsen gelegenes erschienen, und wird nur dadurch als ein gröſseres erkannt, daſs seine Entfernung fühlbar zunimmt und dasselbe bei gleicher Gröſse der Gesichtswinkel scheinbar weiter von uns hinausgetragen wird. Dagegen bleibt dieses Phänomen nach der Ansicht der in Reihe und Glied sich unmittelbar selbst erkennenden Netzhautpunkte, unerklärlich, denn hier ist Ort und Stelle der Affection und Erscheinung ein für alle Male gegeben; weil es hier kein Fernegefühl giebt, so können uns auch die Gegenstände nicht gröſser und ferner als zu Anfange erscheinen, und es kann überhaupt keine Veränderung in den räumlichen Verhältnissen der Perceptionsweise stattfinden.

Das Urtheil, dem wir die Erscheinung der Gröſse und des Auſsenseins zu danken haben sollen, ist es ja gerade, das sich in diesem Falle, wie bei Betrachtung guter Gemälde, so leicht befangen läſst, daſs es ganz und gar durch die rein sinnliche Erscheinung überwältigt wird. Wir können also dem Urtheile eine rein physikalische Erscheinungsweise nimmer zuschreiben. Aber gesetzt den Fall, das Urtheil könne eine solche Wirkung ausüben, so hat sich ja mittelst desselben schon die ganze Gestalt, Gröſse und Localität des Bildes geändert, die Erscheinung tritt nun ein für alle Male in weiter Abgelegenheit aus uns heraus, und wir haben alsdann das Phänomen des Auſsenseins, wie es denn auch wirklich mit entschiedener Gewiſsheit vor uns da liegt. Erscheint es uns aber so, so ist an das Umgekehrtsein desselben nicht mehr zu denken, und es würde uns ganz einerlei sein, ob man die Ursache hiervon dem Urtheile oder dem Ferngefühle zuschreiben will, wenn sichs nur begreifen lieſs, wie dieses Urtheil, als ein höherer Geistesact unabläſslich und auf so besondere Weise thätig sein könne, daſs es eine sinnliche Erscheinung hervorbringe, die an und für sich gar nicht in der Art stattfindet, und daſs wir einen solchen Geistesact ausüben, ohne uns dessen jemals bewuſst zu werden. Dieses durchgreifende Phänomen des Aeuſserlicherscheinens ist denn auch das sprechendste und entscheidendste Faktum für die Bestätigung unserer Ansicht.

---

Nach allem diesem finden wir es für unerläſslich, die von Berthold gegebene Erklärungsweise des Aufrechtsehens, da sie die neueste ist, und sich zum Theil einer günstigen Aufnahme zu erfreuen hatte, durch einige Worte näher zu beleuchten. Wir werden jedoch hier die Bekanntschaft des Lesers mit dieser Ansicht voraussetzen, und uns daher vor allem auf denjenigen Standpunkt begeben, von welchem wir bei Beurtheilung desselben ausgehen müssen.

Das Auge übersieht bei jeder seiner Stellungen mit einem Male eine mehr oder minder weite Fläche, und in dieser das Nebeneinander der Dinge in einer bestimmten Anordnung. Diese besteht bei jeglichem Gesichtsinhalte ein für alle Male nach einer ganz gleichen Weise, es mag sich das Auge bewegen, oder unbeweglich verhalten. Schon aus der flachen Gestalt der Retina, und demgemäſs aus der Gleichzeitigkeit mehrerer an einander gereiheter Erscheinungen, geht hervor, daſs eine bestimmte Anordnung der einzelnen sichtbaren Punkte ohne alle Bewegung des Auges bestehen müsse. Wenn nun Berthold im Verhalten der Muskelaction, und zwar in dessen, durch die Schwere der vordern Partie des Bulbus gegebene, Modification, die Ursache des Aufrechterkennens der Gesichtsobjecte sucht, so leugnet er schon stillschweigend das uranfängliche Aufrechterscheinen derselben in der eigentlichen Sinnensphäre, und beweist im Grunde genommen doch nur, daſs das Sinnenfeld so lange als ein aller Directionen ermangelndes anzusehen sei, bis uns der Muskel die Richtung dessen, was wir in demselben als oben, unten, rechts und links zu betrachten haben, zu erkennen gegeben hat. Nach seiner Ansicht würde also ein unbewegliches Auge doch nicht aufrecht, vielleicht gar verkehrt sehen müssen. Viele Stellen in Bertholds Buche bestätigen alles dieses auf mehr oder minder augenscheinliche Weise. So z. B. sagt er a. a. O. S. 105: „Das Kind empfindet also mit dem Öffnen des „Auges wohl das Lichte, das Dunkele und das Farbige: gerade dadurch „unterscheidet es auch die einzelnen Körper, begrenzt selbige, — wird „sich aber durch diese reine Lichtempfindung durchaus keines Oben und „Unten bewuſst. Aber schon mit dem ersten Licht- und Farbeneindrucke, „und zwar fast gleichzeitig mit diesem, wird sein Auge wie ich sehr häu„fig bei Neugebornen zu beobachten Gelegenheit fand, angetrieben zu „Bewegungen," — und weiter unten: — „Mittelst der Bewegungen erkennt „dann aber, als auf den Empfindungen, welche es durch Gemeingefühle

„hat, beruhend, die Schwere des Auges selbst, wenn es solches gegen „seine Schwere vom Boden, worauf es steht, abrollt — es erkennt das „Oben — oder es fühlt, daſs der einwirkenden Kraft seiner Muskeln, „das Auge schon von selbst entgegenkommend, zurollt, d. h. es erkennt „das Unten." —

Wir müssen es uns aber doch gestehen, daſs, wie auch die Muskeln das Auge richten und stellen, sie dieses doch nur in einer der Anordnung der Erscheinungen im Innern des Auges entsprechenden Weise thun können. Die Thätigkeit der Muskeln kann sich daher auch nur nach der Lage der Punkte im innern Sehraume richten, und diese nicht nach jener. Mögen also die Gegenstände gerade oder verkehrt im Sehfelde percipirt werden, so wird sich die Thätigkeit der Muskeln darum nicht anders zu verhalten brauchen.

Im Grunde genommen haben die Augenmuskeln eine fast ausschlieſsliche Beziehung auf das scharfe und deutliche Sehen, auf die Stellung der Augenaxe, und nur nebenher beziehen sie sich auf das von dieser Stellung abhängige Gesammtfeld. Immer ist nämlich derjenige Punkt, auf den wir unser besonderes Augenmerk richten, in der ihm eigenen Direction zu uns schon vorher gesehen worden, ehe wir noch, um ihn deutlich zu erblicken, mittelst unserer Muskeln die Axe des Auges auf ihn gestellt hatten. Indem wir aber in solchem Falle den Blick von unten nach oben richten, bewegen wir den Axenpunkt der Retina von oben nach unten, und würden also, wenn wir der Bertholdschen Erklärungsweise zugethan wären, nach der Ansicht derjenigen, die das Verkehrtsehen vertheidigen, nichts für uns gewonnen haben, indem sie uns sagen würden, daſs wir um einen, mit dem untern Theile der Retina undeutlich gesehenen Punkt, deutlich zu erblicken, einen obern Perceptionspunkt erst zu einem untern, und also unsere obere deutliche Empfindung zu einer untern machen müssen, um den oben gelegenen Punkt

deutlich zu gewahren. Die Muskelbewegungen sind demnach nur Folgen der räumlichen Perceptionsweise im Innern des Auges, und es ist augenscheinlich, dafs Berthold, indem er ihnen alle räumliche Erkenntnifs zuschreibt, die Anordnung der Objectpunkte im eigentlichen Erscheinungsfelde übergeht, gewissermafsen ignorirt, und daher die uralte Frage über das Aufrechterkennen der Gesichtsobjecte weder ihrem ganzen Sinne nach gefafst, noch ihrem wahren Inhalte nach bearbeitet hat. Wem ist es nicht klar, dafs wenn das Aufrechterscheinen in der engern Sinnensphäre einmal statt findet, es auch abgesehen vom Muskeleinflusse bestehen müsse, auch dann, wenn ohne Verletzung der Vitalität des Sehnerven sämmtliche Augenmuskeln durchschnitten oder gelähmt wären und das Auge sich also unbeweglich verhielte.

---

## DRITTES CAPITEL.

## Verhalten der Strahlendirection zur Gesichtsdirection.

(Vorgetragen in der zoologisch-anatomisch-physiologischen Section der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Breslau am 21sten September 1833.)

---

Um die uns vorliegende Untersuchung auf eine fruchtbare Weise zu beginnen, müssen wir vor allen Dingen die Directionen genau bestimmen, nach welchen die einzelnen Punkte der uns umgebenden Körperwelt sich, ihrer äufsern Lage zu Folge, auf unser Organ zu beziehen haben. Es würden zugleich in diesen Directionen die der sämmtlichen Strahlenkegel

inbegriffen sein, die von allen äufsern Punkten in und an unser Auge gelangen.

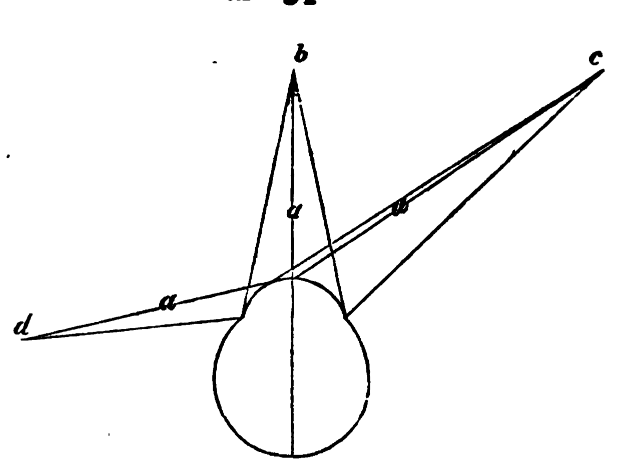
Wir haben in dem Abschnitte über die räumliche Anordnung der Dinge gesehen, dafs sich stets die einzelnen Punkte einer grofsen Fläche in convergirenden Richtungen nach einem einzigen Punkte hin beziehen lassen, und da das Auge als ein kleines Organ sich mit gröfsern Flächen in Relation setzt, so werden wir vor allen Dingen an demselben, oder in seinem Innern, einen Punkt zu fixiren haben, von welchem aus, auf eine naturgemäfse Weise, sämmtliche Directionen sich nach aufsen hinleiten lassen.

G. R. Treviranus *) hat an einem jedem auf die Cornea einfallenden Strahlenkegel einen Axenstrahl statuiren, und auf diesen das Verhalten der nebenher von demselben Objectpunkte auf die Cornea fallenden Strahlen beziehen wollen. Die Einsenkung dieses Strahls in die Cornea läfst er an deren vorderstem Punkte, also am äufsersten Ende der Augenaxe, geschehen. Eine solche Strahlenbeziehung zum Auge finde ich nun in so fern höchst unwesentlich, als diese Strahlen bei einer seitlichen Lage des Objectes fürs Auge nicht nur ganz verloren gehen, sondern auch als das directionelle Verhalten dieser Axenstrahlen nicht die geringste Nutzanwendung für das ihrer Nebenstrahlen gewährt.

Wir wollen uns den ganzen Begriff solcher Axenstrahlen, so wie die Zwecklosigkeit ihrer Annahme, durch vorliegenden Rifs versinnlichen.

---

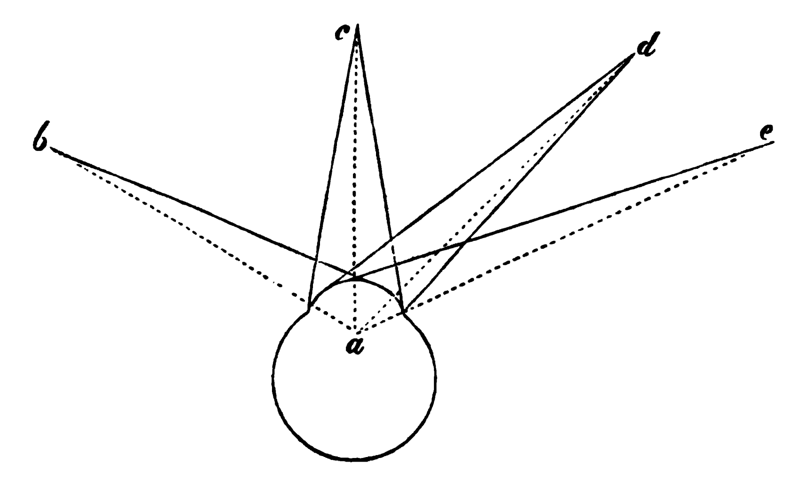
*) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinne. 1. Heft. Bremen, 1828. Fig. 36 und 49. Seite 9 und 38.




Die Axenstrahlen sind hier sämmtlich mit *a* bezeichnet. Wenn wir nämlich das von Treviranus in seiner 36sten und 49sten Fig. angegebene Verfahren, welches wir in den von *b* und *c* ausgehenden Strahlenkegeln nachgeahmt haben, auch für den Punkt *d* anwenden wollten, so würde der von *d* ausgehende Strahl *a* im Sinne von Treviranus gleichfalls ein Axenstrahl zu nennen sein. Es würde aber dieser, das Auge nur eben berührend, ohne daſs nach seinem Verhalten eine Einsicht für die ins Auge gelangenden Nebenstrahlen gewonnen wird, spurlos an demselben vorübergehen. Die noch weiter von hinten her einfallenden Strahlen würden diesen Punkt vollends nicht erreichen können, und mithin jedes Axenstrahls ermangeln.

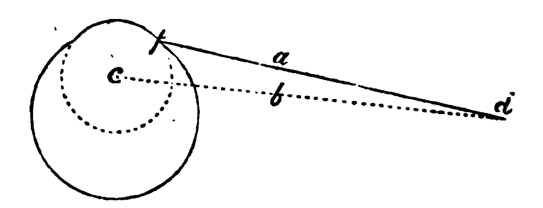
Wenn wir aber einen Punkt im Bereiche des Auges statuiren wollen, zu welchem sich alle Punkte der Auſsenwelt auf eine für das Auge nach allen Richtungen hin gleichmäſsige Weise geradlinig verhalten, von welchem aus gleichsam für dasselbe die Directionen der äuſsern Dinge gegeben sind, welcher Zweck unserm im Übrigen hochverdienten Autor keinesweges vorlag, so wird, glaube ich, ein solcher Punkt kein anderer sein können, als das Centrum des Kugelausschnitts der Cornea. Wir müssen, um hier die Regel in ihrer ganzen Einfachheit zu construiren, die beiden Flächen der Cornea als sich concentrisch zu einander verhal-

tend betrachten. Von ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkt aus läſst sich nur allein ein gleichmäſsiges geradliniges Verhalten des Auges zu allen Punkten der äuſsern Natur, und mithin ein genaues Zusammenströmen aller von diesen Punkten ausgehenden Strahlen denken, weil eben diese Strahlen vertical auf die Cornea einfallen und ungebrochen ihren Lauf fortsetzen. Es ist dieser Punkt gleichsam der, für die sich von auſsen her auf das Auge beziehenden Richtungen, geltende Richtpunkt des Auges, und sämmtliche in ihm sich kreuzende, oder zu ihm sich hinneigende, Strahlen wären demgemäſs die Richtstrahlen für die übrigen. Wir wollen indessen diesen Punkt, da sich auf ihn die nach auſsen gehenden Directionen beziehen, den äuſsern Richtpunkt nennen. Folgende graphische Darstellung mag uns das Gesagte versinnlichen.



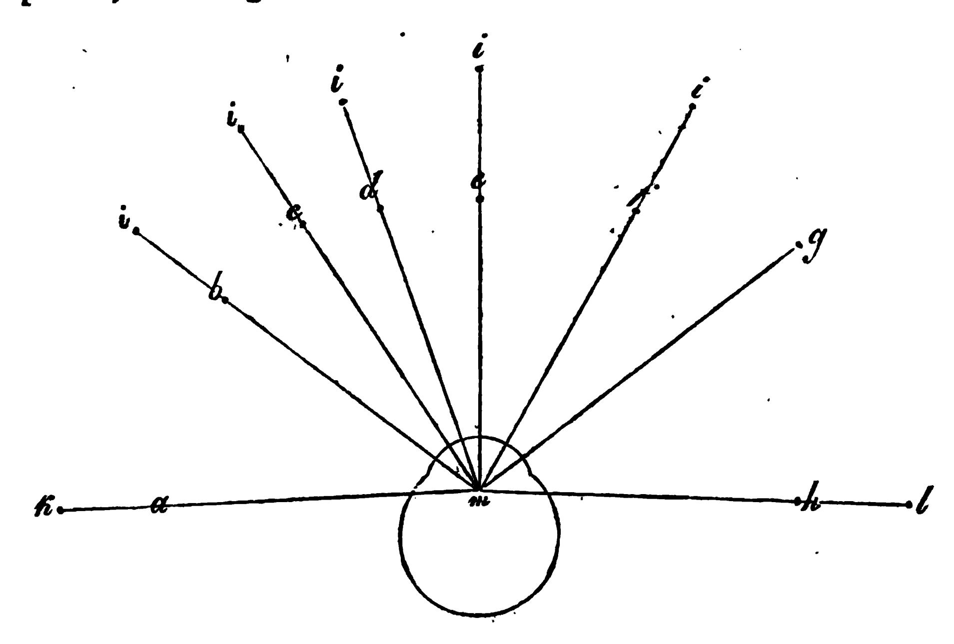

Da die im Punkte *a*, aus *b*, *c*, *d* und *e* anlangenden Strahlen, welche sich hier überall senkrecht zur Corneafläche verhalten, ungebrochen dahin gelangen, so hätte bis zu ihm das Bild der Natur fürs Auge seine geradlinige Direction noch beibehalten, und es lieſse sich also von ihm aus die Auſsenwelt in allen ihren Theilen noch unverrückt anschauen. Da aber die vordere Fläche der Linse noch vor diesem Punkte zu liegen kommt, und daher die geradlinige Direction der Strahlen unterbricht, so

können sich die sämmtlichen eindringenden Richtstrahlen auf diesen Punkt nur beziehen, ohne ihn jedoch erreichen zu können. Wohin sich aber die auf diese Weise bis an die Linse gelangten Richtstrahlen durch diese hindurch zu brechen haben, dahin wird sich auch der übrige hier in seiner Begrenzung durch ausgeführte Linien angedeutete Strahleninhalt hinneigen müssen. Die noch seitlicher auf das Auge einfallenden Strahlen, als die in obiger Fig. von *b* und *e* ausgehenden, lassen sich sämmtlich auf einen idealen Richtstrahl beziehen, von dessen Neigung auch die der Nebenstrahlen abhängig sein wird. Folgende Fig. mag uns lehren, wie man sich ein solches Verhalten zu denken habe.




Die wahre Richtung des Punktes *d* zum Auge ist nicht die von *d* nach *f* gehende, sondern in Gemäſsheit der übrigen, die durch die Linie *d c* bezeichnete. Da aber der Strahl *b*, falls er wirklich die Sclerotica zu durchbohren im Stande wäre, an die hintere Fläche der Linse gelangen und von dieser nach auſsen geleitet werden würde, so kann er nicht ganz in dem strengen Sinne, wie die sich mehr oder minder von vorn her einsenkenden Richtstrahlen, als ein solcher betrachtet werden. In so fern wir aber aus dem Gesammtverhalten der zuerst gegebenen Richtstrahlen und der ununterbrochenen Reihenfolge der Bilder auf der Retina eine Regel entnehmen können, nach welcher es uns leicht wird, auch ihm einen Punkt auf der Retina anzuweisen, und ihn gewissermaſsen auf idealem Wege dahin zu leiten, in so fern sage ich, lieſse er sich in unserm Sinne mit vollem Rechte als ein Richtstrahl betrachten; weil alsdann alle seine ins Auge gelangenden Nebenstrahlen auf demselben Punkt der Retina

sich werden hinneigen müssen, den wir ihm, in Gemäfsheit des Verhaltens der übrigen Richtstrahlen, anzuweisen haben. Eine vollendete Einsicht der Art und Weise, nach welcher sich die Richtstrahlen, und mithin die Objectpunkte, zum Auge verhalten, wird uns folgendes Bild gewähren.




Sämmtliche Linien, die im Puncte *m* zusammentreffen, drücken die Directionen aus, nach welchen sich die mit den übrigen Buchstaben bezeichneten Punkte der Aufsenwelt zum Auge verhalten, und welche gleich sind denen der Richtstrahlen. Es werden also die sämmtlichen mit *i* bezeichneten Punkte nicht gesehen werden können, weil die Punkte *b*, *c*, *d*, *e* und *f* sie, in Gemäfsheit unserer Ansicht, verdecken müssen. Auch die hinter *h* und *a* gelegenen Punkte *k* und *l* können nicht gesehen werden, weil ihre Nebenstrahlen sich zu denselben Netzhautpunkten hinneigen, die bereits von den, durch die Nebenstrahlen von *h* und *a* entworfenen, Bilder in Anspruch genommen werden.

Um nun den weitern Verlauf der bis an die Linse gelangten Richtstrahlen zu verfolgen, könnten wir ihn einerseits aus der Form und Bre-

chungskraft der durchsichtigen Medien des Auges berechnen, andererseits aber auch das Verhalten der Richtung, in der wir einen bestimmten Punkt außer der Augenaxe sehen, zu der, in welcher sich der Punkt zum Auge wirklich befindet, zu erforschen suchen; wo denn am innern, d. i. am Ausgangspunkte der Gesichtsrichtung, das Bild des gesehenen Objectpunktes zu liegen kommen würde. Der Punkt aber, auf welchem das Bild sich befindet, würde derselbe sein, nach welchem der vom Objectpunkte ausgehende Richtstrahl hingebrochen werden müßte. Demgemäß hätten wir, sobald uns die Richtung gegeben ist, in welcher wir einen außen gelegenen Punkt sehen, zu der Stelle der Netzhaut, von welcher diese Richtung ausgeht, den bis an die Linse gelangten Richtstrahl zu verlängern. Die so erhaltene Linie würde die Mittellinie der verschiedenen Brechungsdirectionen des Richtstrahls darstellen.

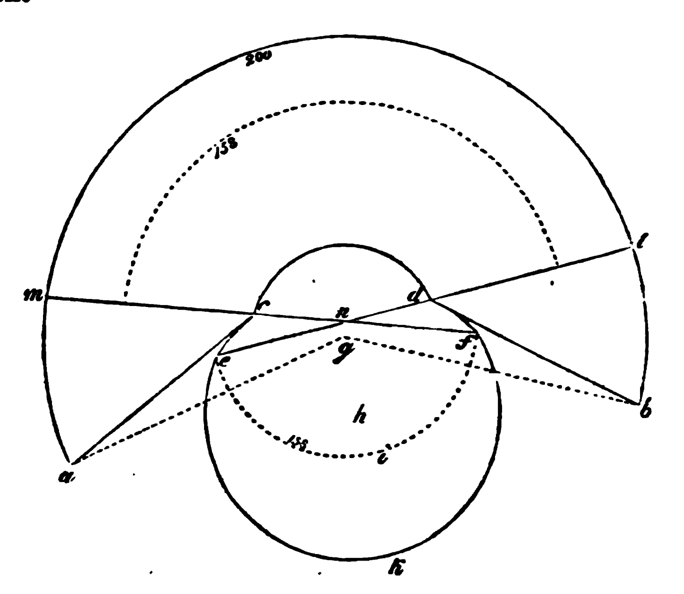
Die einzelnen Punkte der Netzhaut, deren Blick auf gewisse Stellen der äußern Gegenstände gerichtet ist, finden wir in der Localität der Bilderantheile auf derselben hinlänglich angedeutet, und wissen also, daß jeder Punkt auf der Retina, auf dem wir einen kleinen Antheil der äußern Natur bildlich entworfen sehen, auch nothwendig diesen äußern Antheil wahrzunehmen habe. Zur Bezeichnung der Gesichtsdirection hätten wir, nach unserer Ansicht, nur von der Bildstelle der Retina durch ihr Centrum hindurch eine gerade Linie zu markiren, und würden dann sehen, wie sich diese zum wahren Objectpunkte verhält. Wir halten es indessen für besser, ein solches Verfahren erst nach geschehener anderweitiger Untersuchung, als Experiment, deren Ergebnissen bestätigend beitreten zu lassen, und vor Beginn derselben einige früher gehegte Ansichten über diesen Gegenstand genauer zu prüfen. Demzufolge stellen wir die Fragen auf: Ob die Richtung des Blickes von dem Netzhautpunkte aus, eine der Richtung der sich auf demselben einsenkenden Strahlen gemäße sein könne; oder, ob sie geradesweges auf den Gegenstand selbst hinstrebe, dessen Bild der

Netzhautpunkt an sich trägt; oder ob sich hier hinsichtlich der Relation zwischen Netzhautpunkt und Objectpunkt ein anderes bestimmtes Gesetz nachweisen lasse.

Würden wir, wie Mehrere behauptet haben, die Direction der sich einsenkenden Strahlenbündel wahrnehmen, so würden bei gebrochenen Strahlen die seitlich gelegenen Objecte immer mehr oder minder nach vorn gerückt erscheinen müssen, und zwar verhältnifsmäfsig um so mehr, je seitlicher sie liegen. Wir würden die ganze Natur in kleinern Winkeln zu betrachten haben, als diejenigen sind, in denen sie unser Auge rings-umher umgiebt, welches bei der Klarheit unseres Begriffes von der Kugel, wie von der Kreisform, unmöglich geschehen kann; denn wenn wir z. B. 180 Grade als 120 anschauen, wie wäre es möglich uns den geschlossenen Kreis des nach allen Seiten hin uns Umgebenden zu construiren, ohne die Objecte bald nach dem einen, bald nach dem andern Ende des nicht in einandergreifenden Kreisbogens zu verrücken? Zugleich würden ganz gegen unsere, im vorigen Capitel aufgestellte und weiter unten nochmals zu bekräftigende Ansicht, dafs die Sinnesfläche ihr Object stets als ein ihr gegenüberstehendes betrachte, die seitlichen Wände der Retina in schief nach vorn geneigter Direction die Anschauung zu vollbringen haben. Es liefse sich alsdann ferner nicht einsehen, warum die Natur in einer so grofsen Zahl von Wirbelthieren die Retina in einem so ansehnlichen Kugelantheile, mit so vielseitiger Richtung ihrer innern Fläche, gebildet habe, da die sämmtlichen mehr oder minder zur Axe hingebrochenen Strahlen von einem viel kleinern Kugelabschnitte entgegengenommen werden könnten, und endlich (was auch Andere dieser Meinung entgegengestellt haben) läfst sich eben so wenig einsehen, wie die aufser der sensitiven Fläche befindliche Strahlendirection, die im Augenblicke, wo der Strahl die Retina berührt, ihre Endschaft erreicht hat, ein Gegenstand der Wahrnehmung sein könne. Wir wollen uns der bessern

H 2

Einsicht wegen das Darstellbare von allem diesem am Bilde näher auseinandersetzen.

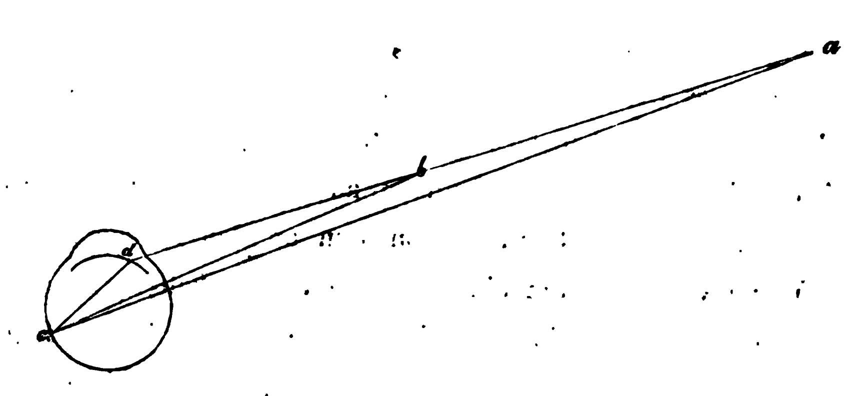



Es sei *h* der Mittelpunkt der Retina und *e k f* der Umfang derselben, *a c* und *b d* seien die seitlichsten ins Auge fallenden Strahlen, welche das hier bogenförmig dargestellte äufsere Feld begrenzen. Durch die Brechung der Grenzstrahlen nach ihrem Eintritte in die Cornea wird das äufsere Gesichtsfeld von 200 Graden zu einem 158gradigen Winkel (oder Strahlenkegel) zusammengerückt, indem *ac* nach *f* und *b d* nach *e* hin gebrochen werden. Der Punkt *b* müfste uns demnach als ein in *l* liegender erscheinen, während wir ihn doch von unserm Standpunkte aus als einen seitlichen, nach hinten zu liegenden gewahren, und in so fern, als wir uns das Auge vollkommen symmetrisch gebaut und von jeglicher Beschattung durch organische Vorsprünge befreit denken, wird auch dasselbe für den Punkt *a* statt finden müssen. Die Perceptionsfläche *ekf* ist hier viel zu grofs für eine der Richtung der Strahlen entsprechende Perceptionsweise, indem sämmtlicher, von *a* und *b* eingeschlossener Flächeninhalt schon von der kleinen Oberfläche, die wir aus der Kreuzungsstelle *n* der seitlichsten

gebrochenen Strahlen in *e i f* bogenförmig beschrieben haben, erfafst werden könnte. *g* bedeutet den Mittelpunkt der Cornea, von welchem aus wir die Gröfse des äufsern Gesichtsfeldes, den Bogen zwischen *a* und *b*, zu messen haben.

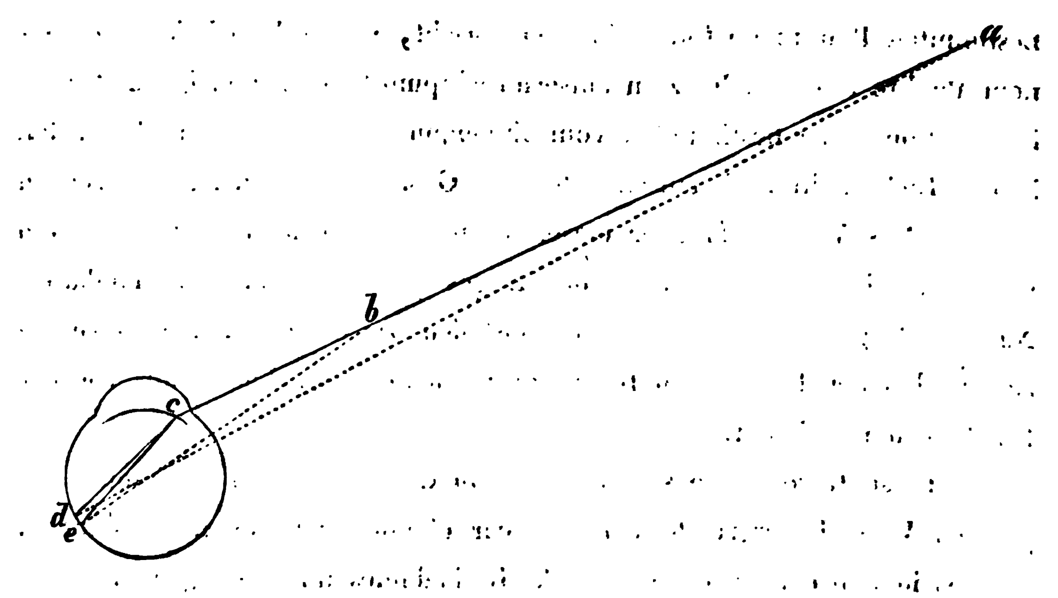
Wenn nun gleich, wie ich hoffe, diese sämmtlichen Gründe die Überzeugung in uns hinlänglich befestigt haben werden, dafs es nicht die Direction der Strahlen sei, welche die Netzhaut bestimmt, ihren Blick in gleicher Richtung nach aufsen zu projiciren, so giebt es demohngeachtet viele Augen in der Natur, die vermöge einer besondern Anordnung ihrer Theile, zwar nicht die Directionen der Strahlen selbst wahrnehmen, deren Einzelblicke aber überall mit diesen zusammenfallen. Wir werden uns weiter unten Gelegenheit nehmen, die Bedingungen hierzu näher kennen zu lernen.

Um nun die andere Ansicht einer genauern Prüfung zu unterwerfen, und zu sehen, ob es möglich sei, dafs die einzelnen Punkte auf der innern Fläche der Retina ihren Blick geradezu auf das Object richten, deren Bild sich auf ihnen dargestellt findet, wollen wir uns folgender Lineamente bedienen.




Wenn bei obiger Annahme der Punkt *b*, dessen Richtstrahl *b d* in *d* nach *c* gebrochen, von *c* in *b* gesehen wird, so müfste nach derselben auch der Punkt *a*, wenn der ihn verdeckende *b* weggezogen wird, da er

in gleicher Richtung seine Strahlen zum Auge sendet, und folglich diese gleichfalls nur nach *c* gebrochen werden können, vom Punkte *c* als in *a* liegend gesehen werden. Es würde also in diesem Falle eine und dieselbe Netzhautstelle verschiedener Gesichtsrichtungen fähig sein müssen. Abgesehen von vielen andern Gründen, die eine solche divergirende Thätigkeit eines und desselben Netzhautpunktes als unmöglich erscheinen lassen, geht die Unstatthaftigkeit derselben schon an und für sich aus den von uns im vorigen Abschnitte erfahrungsgemäfs entwickelten Sätzen hervor. Wir haben dort nämlich erkannt, dafs jegliche Region in der Netzhaut eine bestimmte, nach aufsen gewendete, Direction habe, die wir, da wir sie in den gröfsern Partien derselben augenscheinlich gewahren, nothwendig auch den kleinsten (mathematischen) Punkten dieser Fläche beizumessen haben. Indem nämlich die bei einer bestimmten Stellung des Auges als obere anzusehenden Punkte desto verticaler herabblicken, je mehr sie nach oben liegen, und die seitlichen und untern Stellen der Netzhaut sich in ihrer Weise ganz wie die obern verhalten, so können wir aus einer so geregelten Anordnung mit Recht schliefsen, dafs jeder Punkt der Netzhaut nur nach derjenigen Richtung hinblicke, wohin er als Antheil einer Kugelfläche schon an und für sich hingeneigt erscheint; also demgemäfs durch sein eigenes Centrum hindurch nach aufsen. Hieraus erhellt zugleich, dafs die jedesmalige Gesichtsrichtung eines Netzhautpunktes stets eine und dieselbe, durch sein Centrum aufs Genaueste bestimmte, sei. Wir werden daher dieses Centrum von nun an den *innern Richtpunkt* nennen. Wenn wir aber, um obige Ansicht fest zu halten, zu einer Erklärung unsere Zuflucht nehmen wollten, wie sie uns in der folgenden Figur, in der wir die Gesichtsdirectionen durch punktirte Linien bezeichnet haben, veranschaulicht erscheint,




dafs nämlich der Strahl $ac$ nach $d$ gebrochen und von $d$ aus in der Richtung $da$ gesehen werde, während $bc$ nach $e$ gebrochen und als in $b$ liegend erscheine, so würden wir allen physikalischen Gesetzen zuwider einem und demselben Strahle, je nachdem er sich aus gröfserer oder geringerer Entfernung zum Auge bewegt, verschiedene Brechungsgrade beizumessen haben.

Nichts desto weniger giebt es in der Natur eine sehr ansehnliche Zahl von Wirbelthieren, deren Blick unmittelbar auf den Gegenstand selbst gerichtet ist; da wir indessen diese Fälle unter die allgemeine Regel zu subsumiren haben, deren Entwickelung der nächste Vorwurf unserer Betrachtung sein soll, so können wir erst unten in eine nähere Auseinandersetzung derjenigen Momente eingehen, welche das Auge hierzu befähigen.

Wir sind durch unsere bisherigen Erwägungen zu den Erkenntnissen gelangt, dafs jeder Objectpunkt, der sich in einer bestimmten Richtung zum Auge, d. h. zum Mittelpunkte der Cornea verhält, er mag nahe oder fern liegen, stets auf einem und demselben Punkte der Retina entworfen werden müsse, und so wie jeder Punkt im äufsern Gesichtsfelde einem

bestimmten Punkte im Binnenfelde entspricht, so wird auch jede von jenem Punkte ausgehende, zum äufsern Richtpunkte sich hinneigende Strahlendirection, einer bestimmten, vom Binnenpunkte ausgehenden, durch den innern Richtpunkt nach aufsen geleiteten Gesichtsdirection zu entsprechen haben. Das Verhältnifs aller dieser Momente zu einander ist bei einem gegebenen Refractionszustande des Auges durchaus ein unwandelbares. Nur die Neigung der beiden Directionslinien zu einander, in so fern sie sich nach einer bestimmten Regel zu verhalten hat, bliebe uns vor der Hand noch unbekannt.

Diese Regel liefse sich nun sowohl durch die oben erwähnten objectiven Versuche ergründen, indem wir nämlich die Gesichtsdirectionen, die uns in den einzelnen Punkten des Retinabildes und dem gemeinschaftlichen innern Richtpunkte gegeben sind, mit den Neigungen der ihnen entsprechenden Richtstrahlen vergleichen; als auch auf subjective Weise, nämlich durch ein genaues Erwägen der Directionen, in welchen wir die Lagen der Dinge überhaupt, und ganz besonders mittelst unserer seitlichen Blicke erkennen.

Da es nun einerseits sehr schwer hält, die für die erstere Weise erforderlichen Messungen am Auge mit gehöriger Genauigkeit anzustellen, und andererseits die hier zu entwickelnde Ansicht sich mir auf letzterm Wege enthüllt hat, so halte ich dafür, auch in der Darstellung auf gleiche Weise zu verfahren, und die so erhaltenen Ergebnisse erst später mit denen des objectiven Versuchs zu vergleichen.

Die grofse Übereinstimmung in der Anordnung der äufsern Objectpunkte zu dem localen Verhalten der Sensation ist es besonders, aus deren näherer Beachtung wir eine hellere Einsicht in die Richtung der Sinnesthätigkeit zu erwarten haben. Diese Übereinstimmung giebt sich uns auf allen Wegen kund. Überall, wo wir etwas Ruhendes seitlich erblicken, verharrt dasselbe während unserer Bewegung, mittelst der wir

es in unsere Sehaxe bringen, unverrückt an seiner Stelle, trotz dem, daſs es sich in immer neuen Richtungen zum Auge verhält, und die vom Objectpunkte ausgehenden Strahlen in stets verändertem Maaſse gebrochen werden. Das Maaſs unserer Bewegungen, dessen wir uns bewuſst werden, entspricht genau dem Maaſse des Winkels, in dem uns ein Object vor dieser Bewegung seitlich erschienen ist. Richten wir unser Auge einem über uns dahinziehenden Vogel entgegen, so bemerken wir seine Bewegung gleichzeitig mit der unsrigen, er mag während wir den Blick zu ihm hinbewegen sich uns nähern oder von uns entfernen.

Es kann uns aber nicht entgehen, daſs, da der Strahl gebrochen ins Auge gelangt, diese Übereinstimmung entweder in der geraden Beziehung des Sehpunktes zum Objectpunkte, oder auch in der vollkommenen Übereinkunft der Gesichtsdirectionen mit denen der Richtstrahlen, und also der wahren Lage der Dinge zum Auge, ihren Grund haben müsse. Da sich's nun aus unserer vorangegangenen Untersuchung ergeben hat, daſs zwischen den Object- und den Sehpunkten, sobald die Strahlen gebrochen an die Retina gelangen, keine Gesichtsdirection bestehen könne, so glauben wir dieses Zusammenfallen des Sehens mit dem Daliegen lediglich der Übereinstimmung der Directionen der Objectpunkte zum Auge mit den jedesmaligen Gesichtsdirectionen, d. h. dem parallelen Verhalten beider zu einander, beimessen zu dürfen.

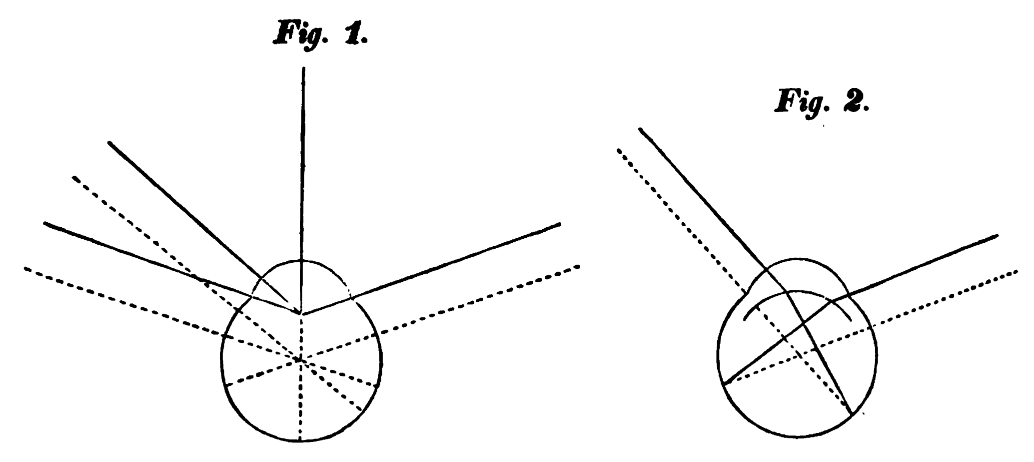
Bei näherer Prüfung finden wir auch selbst, daſs es offenbar diese Übereinstimmung in den Richtungen des Sehens und des Verhaltens ist, die uns ein so bestimmtes Maaſs für unsere Bewegungen giebt. Wenn ein Gegenstand in gleicher Höhe mit dem Auge uns vollkommen seitlich liegt, also mit dem vorwärts gerichteten Blicke einen Winkel von 90 Grad macht, so wendet sich das Auge um die Verticalaxe, sei es mittelst seiner eigenen oder der Körpermuskeln oder mit beiden zugleich, in einer gleichen Anzahl von Graden, um den Gegenstand genau zu erblicken. Er-

kennt das Auge seitlich eine bestimmte Gröfse an einem Körper, so bleibt diese auch dann unverändert, wenn sich das Bild desselben, bei gleichem Abstande des Objectes vom Auge, der Augenaxe nähert *).

Alles dieses spricht dafür, dafs sowohl die einzelnen Theile der Aufsenwelt, als auch ihre Lage zu unserm Auge, von uns überall unter richtigen und gleichmäfsig vertheilten Gesichtswinkeln betrachtet werden, welches aber nur geschehen kann, sobald die jedesmaligen Gesichtsdirectionen den ihnen entsprechenden Strahlendirectionen vollkommen gleich sind. Und so träte uns denn die für die Physiologie des Auges höchst fruchtbare Regel entgegen, dafs die sämmtlichen Directionen zwischen den Punkten der Aufsenwelt und dem äufsern Richtpunkte im Auge sich im Sehprocesse in den Richtungen sämmtlicher Blicke der Sehpunkte, im strengsten Parallelismus zu einander, wiederholen, und folglich in einem ebengemäfs gebildeten Auge die ganze Lagenbeziehung der äufsern Dinge mit der des angeschauten Bildes schnurgerade übereinkommt, auf gleiche Weise, wie die folgenden Figuren es uns veranschaulichen.

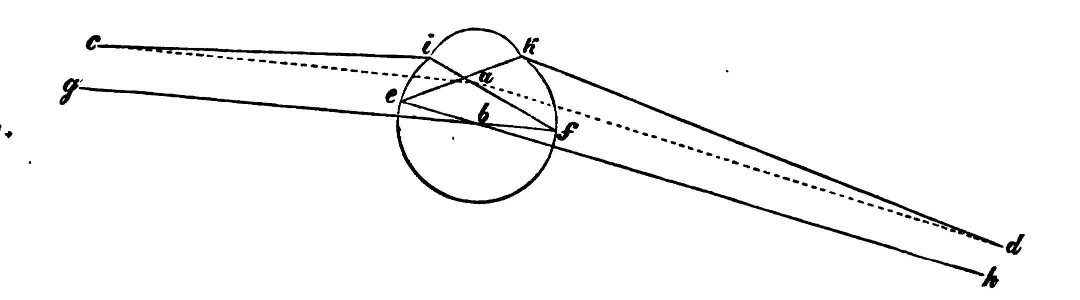
---

*) Tourtual (a. a. O. Seite 209) irrt darin, wenn er in seinem schätzbaren Werke anführt, dafs die seitlichen Abschnitte der Retina bilderreicher seien, als die mittleren, weil die äufsern Objectivkegel dort nach stärkerer Brechung kleinere Strahlenkegel liefern, als die gegen die Axe hin gelegenen. Er hat nicht bedacht, dafs durch die Schrägheit der Retinawände, welche von seitlichen Strahlen getroffen werden, dieses scheinbare Mifsverhältnifs vollkommen wieder ausgeglichen werden müsse, und so durch die besondere Lage der, dem kleinen Strahlenkegel gebotenen Fläche, dieselbe eben so grofse Bilder empfange, als die mittlere Partie der Retina, die einem gröfsern Strahlenkegel dadurch eine kleinere Fläche darbietet, dafs sie sich ihm gerade gegenüberstellt. In dieser bewundernswürdigen Anordnung, die wir sogleich dem Leser mit mathematischer Präcision vorzulegen gedenken, giebt sich wie überall der grofse Character der Naturgesetze zu erkennen, nach welchem oft die heterogensten Elemente so gestellt und gerichtet werpen, dafs sie sich stets zu einer schöner gemessenen Einheit der Erscheinungen verbinden.



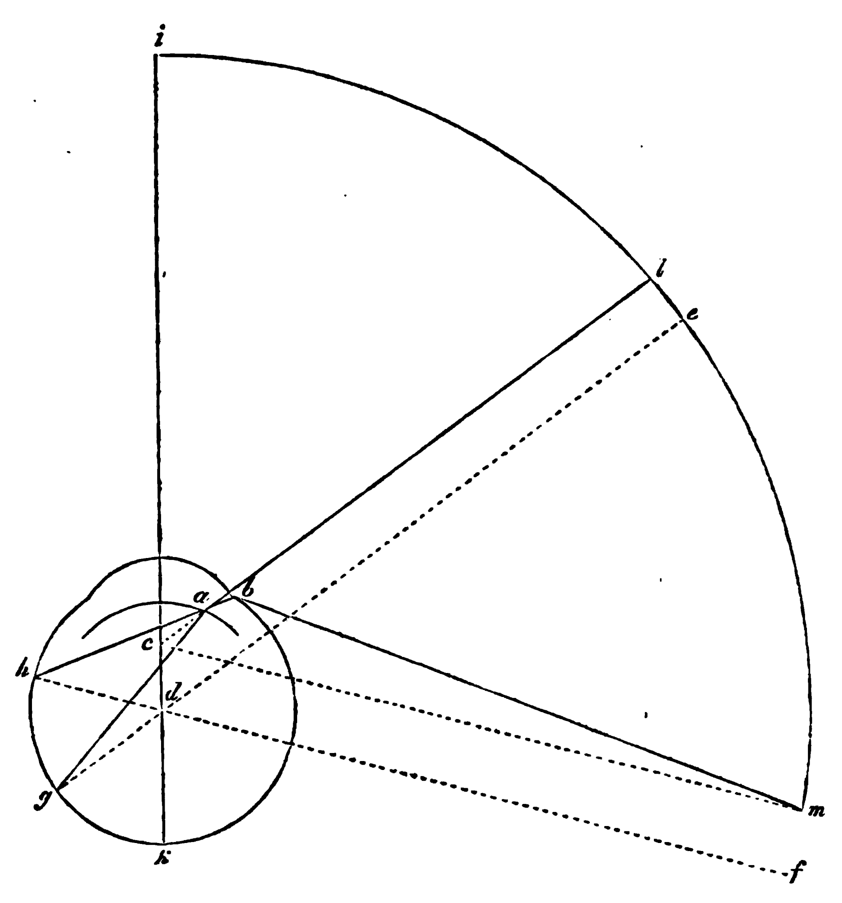

Die zweite Figur zeigt uns zugleich wie leicht wir die jedesmalige gemeinschaftliche Brechungsdirection eines Richtstrahls, und also auch eines ganzen Strahlenkegels, berechnen können, indem wir nur von seiner Einfallsstelle auf die Linse, bis zum Punkte, von welchem der Objectpunkt gesehen wird, eine gerade Linie zu ziehen haben, um dieselbe darzustellen.

Aus beiden Bildern ersehen wir, wie sich die Gesichtsdirectionen zu denjenigen Richtstrahlen verhalten, die sich unmittelbar in die Cornea einsenken. Es frägt sich nun weiter, wie die Richtung des Blickes sich da verhalten wird, wo von einem seitlichen oder stark nach hinten zu liegenden, noch sichtbaren Gegenstande, nur ein kleiner Antheil von Nebenstrahlen schief an die Cornea gelangt, der eigentliche Richtstrahl fürs Auge aber verloren geht. Folgende Figur mag uns hierüber belehren.




Die Richtungen, nach denen sich *c* und *d* zum Auge verhalten, sind, wie wir oben gesehen haben, nicht die von *c i* und *d k*, sondern *c a* und *d a*, und diese würden denn auch die der Richtstrahlen sein, die aber hier, da sie undurchsichtige Theile treffen, fürs Auge nicht vorhanden sind. Es können jedoch die Strahlen *c i* und *dk* in Gemäſsheit der übrigen nur nach den Retinapunkten hin gebrochen werden, deren Blicke in gleichen Richtungen hinausreichen, nach welchen sich die Objektpuncte *c* und *d* zum Auge verhalten, welche gleich sind denjenigen der idealen Richtstrahlen *c a* und *d a*. So nur kann das Bild der Natur sich uns in seiner wahren ununterbrochenen Reihenfolge darstellen. Es folgt dieses zugleich aus dem Successionsgesetze, nach welchem die Nebenstrahlen des letzten in die Cornea sich einsenkenden Richtstrahls eben nur etwas weniger herabgebrochen werden können, als die des folgenden, den undurchsichtigen Rand der Sclerotica berührenden idealen, und die auf diesen folgenden wiederum eben in dem Maaſse mehr hinauf, als der Abstand oder Winkel ihrer Richtstrahlen zu einander beträgt. Der Strahl *c i* wird daher nach *f* gebrochen, und *f* betrachtet den durch ihn erhaltenen Eindruck durch den innern Richtpunkt *b* hindurch in der Richtung *f g*, welche gleich oder parallel ist der Richtung *c a*. Auf gleiche Weise wird das Bild von *d* durch *k* nach *e* gebrochen, und von hieraus im Parallelismus mit *d a* in *h* gesehen. Dieser Einrichtung zufolge erhalten wir von gleichen äuſsern Gröſsen aus gleichen Entfernungen, jedoch aus den verschiedensten Directio-

nen, immer gleich grofse Bilder. Zur Veranschaulichung und nähern Prüfung dieses Satzes mag folgende Zeichnung dienen.




*il* und *lm* sind Bogenstücke von gleicher Gröfse,

*il* verhält sich zu *gk* wie *lm* zu *hg*;

folglich sind auch die Bogenstücke *gk* und *hg* einander gleich.

*il* und *lm* sind gleiche Bogenstücke,

folglich ist $\angle icl = \angle lcm$, da *hf* parallel *cm*, und *ge* parallel *cl* ist, so ist

$\angle icl = \angle ide$,

$\angle lcm = \angle edf$ (weil die Schenkel beider Winkel parallel sind),

da aber $\angle icl = \angle lcm$, so ist auch $\angle ide = \angle edf$ oder $\angle gdk = \angle hdg$, und folglich auch der Bogen $gk =$ dem Bogen *hg*.

Wir ersehen aus unsern obigen Figuren, daſs sich ein desto gröſse-rer Abstand zwischen der Gesichts- und Strahlendirection befindet, je seitlicher die Objecte dem Auge liegen. Vor und hinter dieser seitlichen Direction nähern sich beide wiederum einander in gleichem Maaſse, als sie von jener abweichen, so daſs in der Axe Strahlen und Gesichtsdirection zusammenfallen. Dieser Abstand wird nun durch den Brechungsgrad der Richtstrahlen bedingt, und verhält sich wiederum wie der jedesmalige Abstand zwischen beiden Richtpunkten, in welchem diese von den Objectpunkten aus betrachtet uns erscheinen würden. Die beiden Richtpunkte decken sich in der Augenaxe, und daher fallen auch Strahlenrichtung und Gesichtsrichtung zusammen.

Durch diese Anordnung tritt nun in der Sensation die ganze Erscheinung hinter dem realen Localbestande der Auſsenwelt zurück, und zwar gerade um so viel, als der geringe Abstand beider Richtpunkte von einander beträgt. Diese kleine und für die entfernteren Gegenstände durchaus unbedeutende Dislocation wird aber dadurch ausgeglichen, daſs, da sämmtliche Gesichtsdirectionen den Lagendirectionen der Dinge entsprechen, auch Natur und Anschauung mit einander vollkommen übereinstimmen, weshalb wir überall ein mit der äuſsern Lage der Dinge vollkommen übereinkommendes, und also auch richtiges, Maaſs und Ziel für Betrachtung und Bewegung vor Augen haben.

Auſserdem lieſse sich noch vermuthen, daſs wir den ganzen Gesichtsinhalt, wie er uns, hinsichtlich seiner Directionen durch die Form der Retina, und also durch den innern Richtpunkt bestimmt, vor dem Sinne liegt, für einen unmittelbar vor dem Auge, und also vor der Cornea, gelegenen ansehn, und demgemäſs die ganze Erscheinung, weil wir sie als auſser dem Auge befindlich erkennen, auch als eine auf den äuſsern Richtpunkt sich beziehende betrachten. Wäre dieses möglich, so würde die Dislocation des Gesehenen zum Vorhandenen hiermit aufgehoben sein. Alles kommt

auf den freilich schwer zu bestimmenden Umstand an, ob uns ein nahe vor dem Auge gelegener Gegenstand in seiner Entfernung von der Cornea, oder vom innern Richtpunkte, oder von der Retina, oder, wie wir vermuthen, vom äufsern Richtpunkte erscheine.

Wo aber die beiden Richtpunkte im Auge zusammenfallen, da fällt auch die Gesichtsdirection überall unmittelbar in die Strahlendirection, und der Blick ist mithin geradezu auf den betrachteten Punkt in der Aufsenwelt gerichtet. Wenngleich nun einerseits ein solcher gemeinschaftlicher Mittelpunkt für Cornea und Retina mit Genauigkeit schwer nachzuweisen und andererseits nicht zu übersehen ist, dafs bei einem bedeutenden Einflusse der Linse auf die Strahlenbrechung, diese eine gleiche Centration erfordert, so finden wir doch Augen in der Natur, wo die Formen der Linse, Cornea und Retina, sich bald mehr, bald minder auf ein gemeinschaftliches Centrum zu beziehen scheinen. Dergleichen sind in den uns vorliegenden Figuren dargestellt.

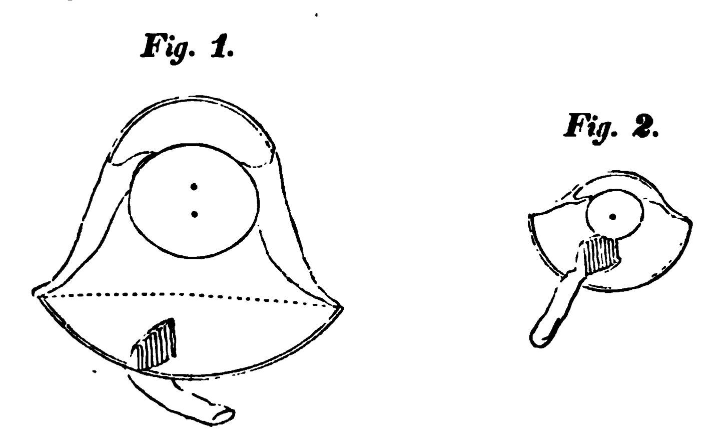



Fig. 1. *Strix bubo*, Fig. 2. *Anas Cygnus*, aus D. W. Sömmerings Werke (*De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali*) entlehnt.

In der 1sten Eigur sehen wir zwei Centra, das vordere ist ein gemeinschaftliches für die Cornea, die hintere Fläche der Linse und die Re-

tina, das hintere ist für die vordere Fläche der Linse. Da die Richtstrahlen schon auf diese ziemlich senkrecht einfallen, und die Linse, wie ich an der *Strix uralensis* (bei der dieselbe noch kugelförmiger ausfällt) gesehen habe, von sehr weicher Consistenz, mithin auch wohl sehr wenig brechend, ist, so kann man wohl annehmen, dafs hier alle Punkte der Retina fast in derselben Richtung vor sich hinblicken, in welcher die Spitzen der Strahlenkegel zu ihnen geneigt sind, weshalb auch der Abstand zwischen dem Centrum der Cornea und dem der Retina so unmerklich ist, dafs er uns hier entgeht.

In der zweiten Figur, beim Schwane, trifft alles dieses noch genauer zu, nur ist die hinter dem Kamme gelegene Partie der Retina hier anders centrirt, als die vordere, und es läfst sich daher auch erwarten, dafs in der ihr entsprechenden vordern Partie der Cornea gleichfalls eine Formenabweichung sich vorfinden werde, durch welche die Continuität der Bilderreihe in ihrem Geleise erhalten wird. Überhaupt glaube ich hier darauf aufmerksam machen zu müssen, dafs, wie die Randstellen der Retina bei der Mehrzahl der höhern Wirbelthiere uns in einer stärkern und ungleichförmigern Beugung erscheinen, als die grofse Hinterfläche derselben, so auch meistentheils der Rand der Cornea sich durch eine nach der Sclerotica hin zunehmenden Dicke und Neigungsverschiedenheit, welche meist in einer stärkern Abplattung derselben besteht, auszeichne.

Auch in dem, auf derselben Sömmeringschen Tafel dargestellten, Durchschnitte des Auges der *Testudo Mydas*, fand ich für das weite Feld des Retinahintergrundes, für die Linse und für die mittlere gewölbteste Stelle der Cornea überall nur ein gemeinschaftliches Centrum. So stellen auch die Abbildungen der Augen der *Rana temporaria* und des *Coluber Aesculapii* daselbst gleichsam nur eine kleine, mitten in einer gröfsern gelegene Kugel dar, so dafs man schon mit einem Blicke sämmtliche Formen, als aus einem Centrum beschrieben, betrachten kann.

An den in den Sömmeringschen Kupfertafeln gegebenen Abbildungen der Fischaugen finden wir, dafs die kuglige Fläche der Linse sich zu der der Retina überall concentrisch verhält. Beim Haifisch, wo dieses nicht der Fall ist, kann sich die Linse, da das Auge wahrscheinlich längere Zeit in Weingeist gelegen hatte, leicht verschoben haben. Zugleich mufs uns aber die dort überall ausgedrückte grofse Flachheit der Cornea auffallen, und es frägt sich sehr natürlich, was für eine Rolle eine solche Cornea im Sehprocesse der Fische spielen könne. Da der Fisch in einem sehr dichten Elemente lebt, so ist auch die Strahlenbrechung in und hinter der Cornea bis zur festen Linse so gut als gar nicht vorhanden. Die Cornea ist hier, besonders bei der grofsen Dünnheit ihrer mittlern, der Pupille gegenüberstehenden, Partie, als eine blofse pelucide Scheidewand zwischen dem Wasser vor und hinter derselben zu betrachten. Wir werden daher den Richtstrahl direct auf die Linse einfallen lassen, und ihn ungebrochen bis an die Retina geleiten.

Aus der letzten Reihe unserer Betrachtungen liefse sich entnehmen, dafs überall, wo Retina und Cornea aus gleichem Centrum beschrieben sind, auch eine kugelförmige Linse vorhanden sein müsse, deren Centrum sich an gleicher Stelle befindet; dafs ferner die Linse sich um so mehr der Kugelform nähern werde, je näher diese Centra zusammentreten, und umgekehrt, je flacher sie erscheint, desto mehr begeben sich die beiden Richtpunkte des Auges auseinander. Wo dieses nicht zutrifft, da wird ihre Masse sehr weich, und mithin ihre strahlenbrechende Kraft nur sehr geringe sein. Alle unsere bisherigen Erfahrungen scheinen diese Annahmen vollkommen zu bestätigen, so auch die Abbildungen von Sömmering, aus denen diese Eigenthümlichkeiten, so weit sie sich auf die Formen beziehen, bis auf wenige, die Stellung der wahrscheinlich verschobenen Linse betreffende, Ausnahmen, höchst characteristisch hervortreten.

Schliefslich bemerke ich, dafs die hier ausgesprochenen Sätze in einer Reihe von mir angestellter Untersuchungen an frischen Augen der Säugethiere und Vögel sich als bewährt erwiesen haben. Stets verhielt sich die einfache Richtung des Objectes zum Auge parallel zu der, die man sich von der Stelle des Bildes durch den Mittelpunkt der Retina nach aufsen verlängert zu denken hatte. Bei den Vögeln waren diese Richtungen, selbst bei der seitlichsten Stellung der Objecte, so nahe aneinandergerückt, dafs man sie als ineinanderfallend betrachten konnte. Nirgends aber liefs sich die geringste Neigung zwischen diesen Richtungen bemerken, und überall war die Gröfse des Bogens, in welchem sich an der innern Fläche der Retina ein Bild fortbewegt hatte, und mit dessen Object man eine bestimmte Curve aufserhalb des Auges beschrieben hatte, der Zahl der Grade dieser Curve, dem blofsen Augenmaafse nach, gleich zu schätzen.

---

## VIERTES CAPITEL.

# Über das Gesichtsfeld.

Wir haben in unserm ersten Capitel die Gesichtsphänomene in einer so weiten Extension betrachtet, als ob die vorhandenen äufsern Bedingungen des Sichtbarwerdens der ringsum erleuchteten Realfläche überall mit gleichen innern zusammenträfen, und zum wahrhaften, nach allen Seiten hin gerichteten, Sehen realisirt würden. Ein solches Geschlossensein der Gesichtsphäre findet aber nur in so fern statt, als das frei bewegliche, rings

umher schauende, Auge sich dieselbe, von dem Standpunkte des Organismus aus, nach und nach zu eigen machen kann. Die simultane Thätigkeit des Auges dagegen nimmt, in Folge der besondern Begrenztheit der Aufsen- und Binnensphäre, stets nur ein bald gröfseres, bald kleineres Segment aus dem Gesammtkreis in Anspruch, und dieses Segment führt den Namen des Gesichtsfeldes.

Das Gesichtsfeld würde also durch denjenigen Ausschnitt aus dem ganzen Umfange des Gesichtskreises gegeben sein, in dem sich, in Folge der individuellen Begrenztheit und des theilweisen Ineinandergreifens der Binnensphäre, wie auch besonderer Beschränkungen der Aufsensphäre, der Wahrnehmungsprocefs eingeschlossen finden würde. Dieses Gesichtsfeld läfst sich nun nach Verschiedenheit jener Regionen, die wir bereits in der Gesichtssphäre betrachtet haben, in das Real-, Aufsen- und Binnenfeld zerfällen. Wir wollen das eigenthümliche Verhalten eines jeden dieser Felder hier in aller Kürze hervorheben.

Das Realfeld ist der Theil der uns umgebenden Realfläche, der vom Auge gleichzeitig übersehen wird. Es besteht dasselbe in dem Äufserlichen und Zufälligen, gehört daher, wie es eben daliegt, durchaus nicht dem Organismus an, sondern dieser eignet es sich nur, durch den Act des Beschauens, auf Augenblicke zu, und verläfst es dann wieder. Es steht dasselbe in ewigem Formen- und Gröfsenwechsel dem Organismus gegenüber. Die sichtbare Fläche der uns umgebenden Welt wächst nämlich einerseits mit der Gröfse und Zahl ihrer Unebenheiten, indem nämlich durch diese mehr Flächeninhalt zusammengedrängt wird, und andererseits mit dem Grade und der Vielseitigkeit ihrer Entfernung. Der höchste Grad dieser Vielseitigkeit besteht aber in einem, nach der Richtung aller Radien hinausgerückten, Abstand des Realfeldes vom Auge.

Das Aufsenfeld, welches in dem vom Organismus gleichzeitig in Anspruch genommenen Antheile des Aufsenkreises besteht, begreift in

sich das stets ihn begleitende äufsere Maafs, welches jedes ihm vorkommende Realfeld in sich aufnimmt. Lagen im Realfelde die Bedingungen zum Umfange des Sichtbaren in der Entfernung und Unebenheit seiner Flächenantheile, so bestehen sie dagegen hier in der Gröfse der Winkel, von denen das Aufsenfeld rings umher eingeschlossen ist. Es kann daher ein kleines Gesichtsfeld ein grofses Realfeld in sich fassen, so wie umgekehrt, ein grofses Gesichtsfeld von einem verhältnifsmäfsig nur sehr kleinen Realfelde in Anspruch genommen werden kann. Das Aufsenfeld liegt nun zwar immer in einer gewissen Gröfse vor dem Organismus ausgebreitet, ist aber demohngeachtet an seinem Rande auch einigermafsen beweglich, so dafs es sich etwas auszudehnen und zusammenzuziehen vermag. Von aufsen her wird dasselbe auf mannigfache Weise beengt und verkürzt, so z. B. bei höhern Wirbelthieren durch die Vorsprünge der Nase, des Jochbeins, des Orbitalrandes, der Augenbraunen und der Augenlieder. Im Auge selbst ist es die Contraction der Pupille, welche den Umfang des Aufsenfeldes beeinträchtigt. Bei einer bestimmten Gröfse der Pupille hat auch das Auge für jede seiner Stellungen ein äufseres Gesichtsfeld von einer bestimmten Gestalt und Gröfse. Dagegen verändert das Gesichtsfeld seine Gestalt mit jedem Contractionszustande der Iris und der Augenmuskeln. Im allgemeinen lassen sich folgende Regeln für das Gröfsenverhältnifs dieses Feldes festsetzen.

1) Es entfaltet sich das Aufsenfeld mit der Erweiterung der Pupille, also beim Anschauen der Fernen und in der Dämmerung, und zieht sich unter entgegengesetzten Verhältnissen in engere Grenzen zusammen.

2) Die freieste Stellung der Augen bietet ihnen zugleich das ausgedehnteste Aufsenfeld. Es ist dieses diejenige, welche dem Auge bei einem weit hinaus vorwärts gerichteten Blicke anheimfällt. Die Randstellen der Cornea sind hier dem Lichte am meisten zugewendet, die Aufsenränder derselben rücken mehr auseinander, als es bei nahen Object-

punkten der Fall ist, wodurch der Horizont des Gesichtsfeldes weiter zurücktritt. Von allen übrigen Stellungen wird das Gesichtsfeld beim seitlichen Blicke am wenigsten geschmälert, weil hier der offene freie Aufsenwinkel, dem sich das eine Auge nähert, keine so bedeutende Verdeckung desselben zuläfst, als die Augenlieder beim Hinauf- und Hinabblicken. Der Blick nach oben giebt überhaupt das beschränkteste Gesichtsfeld. Für das einzelne Auge ist jedoch der Blick nach innen noch beschränkter, wird aber dafür beim Öffnen des gleichmäfsig nach aufsen gerichteten andern Auges sehr bedeutend erweitert. Es versteht sich von selbst, dafs dieses Verhalten vorzugsweise dem Auge der Säugethiere, und ganz besonders dem menschlichen, anzupassen ist.[g]) Bei den Vögeln und Fischen ist, bei minderer Beweglichkeit des Auges, auch die Veränderlichkeit seines Aufsenfeldes viel geringer.

Das Binnenfeld ist der, durch Bestrahlung von aufsen her in Anspruch genommene, gleichzeitig im Sehen begriffene, Ausschnitt aus der ganzen Perceptionsfläche, die wir in ihrer geschlossenen Einheit als Binnenkreis kennen gelernt haben. Es verhält sich dasselbe hinsichtlich seiner jedesmaligen Gröfse, d. h. hier in der Zahl der Grade, die ihm als Kreisantheil gebühren, wie das ihm gegenüberliegende Aufsenfeld, und wächst und fällt mit demselben unter gemeinsamen Bedingungen.

Da nun dieses Binnenfeld die organische Perceptionsfläche zur Basis hat, so werden auch im Verhalten dieser letztern die Eigenschaften des erstern zum Theil mit inbegriffen sein, und wir werden daher vor allen Dingen die Eigenschaften der Sehfläche überhaupt näher zu bezeichnen haben.

In der ganzen Reihe der Wirbelthiere geschieht die organische Darstellung des dem Organismus anheimfallenden Antheiles der Binnensphäre in der Form zweier concaven Perceptionsflächen, deren besondere Partien bald mehr, bald minder untereinander identificirt und differencirt

sind. Die identischen Antheile verbinden mittelst ihrer Identität das auf ihnen gemeinschaftlich Dargestellte, doppelt Vorhandene, zu einer einzigen Erscheinung im subjectiven Gefühle, und indem die differenten Felder sich mit den, auf ihnen besonders dargestellten, Bildern an die identischen anreihen, verbinden sich sämmtliche, aus beiden Organen hervortretende Erscheinungen zu einem umfassenden Ganzen, so daſs die Wahrnehmung in einer einzigen, nirgends abgesetzten, continuirlichen Darstellung beschlossen wird. Wir werden dieses Verschmelzen der Thätigkeiten zweier gesonderter Organe zu einer gemeinsamen uns sehr leicht vorstellen können, wenn wir uns die Perceptionsflächen, sammt den auf ihnen vorhandenen Bildern, so genau übereinander und auf ihr gemeinschaftliches Centrum zurückgeführt denken, daſs die gleichen Bilder, oder besser, die dem Orte nach identischen Antheile, sich einander vollkommen decken, und gewissermaſsen zu einer gemeinschaftlichen Perceptionsfläche verschmelzen. Es ist dieses auch das beste Verfahren, um auf einem Male in die Vorstellung von dem ganzen Umfange des innern Gesichtsbereiches einzudringen, sowohl dem des sehenden Binnenfeldes, als auch dem des ganzen sehfähigen Flächeninhalts der Netzhaut. Sehr schön hat es bereits Tourtual *) ausgesprochen, daſs in einer solchen Vereinigung beider Sehfelder, die wir in der monströsen Monophtalmie veranschaulicht finden, eine der Grundideen für die Construction des Gesichtssinnes liege. Bei der verschiedenartigen Stellung beider Augen zu den Objectpunkten werden aber die Bilder so auf der Retina entworfen, daſs sie eben nicht überall und immer auf identische Theile derselben gelangen. Wir werden daher bei Deckung der identischen Felder an deren Seitentheilen zwei leicht von einander gerückte Bilder über einander zu legen haben, und wenn wir wiederum die Bilder an den Seitenstellen sich decken lassen wollten, so würden wir

*) a. a. O. S. 234.

sie einerseits gegen die Axe hin, so wie auch an andern Punkten, übereinander schieben müssen; andererseits würden dort, wie hier, die identischen Theile um eben so viel auseinander weichen, und es wird in jedem Falle eine Verdoppelung der Perception an diesen Stellen gedacht werden müssen. Diese Verschiebung wird überdem noch um so ungleichmäſsiger ausfallen, je verschiedener die rings umher gelegenen Objectpunkte hinsichtlich ihrer Nähe und Ferne zum Auge gestellt sind. Die identischen Stellen wären demnach diejenigen, die von gleichen Bildern afficirt, sich zu einer einzigen gleichartigen Sensation im subjectiven Gesichtsfelde vereinigen.

Durch Wollastons und Johannes Müllers *) Beobachtungen sind wir zu der schönen Erkenntniſs gelangt, daſs wie eine Einheit in der Sensation zwischen beiden Augen besteht, so auch dieselben in den Wurzeltheilen der Sehnerven schon an und für sich organisch identificirt sind.

Bemerkenswerth sind ferner die verschiedenen Intensitätsgrade, in welchen die Gesichtserscheinungen an den verschiedenen Punkten der Perceptionsfläche angeregt werden. Diese Grade geben sich uns in der ungleichmäſsig vertheilten Deutlichkeit der Perception zu erkennen. Den höchsten Grad von Intensität giebt uns nämlich die Axenstelle der Retina in der hohen Schärfe und Klarheit des Gesichtes. [h]) Von hieraus aber verliert sich die Deutlichkeit des Sehens allmählig bis zu den äuſsersten Randstellen der Retina hin, so daſs die Objecte mittelst dieser nur in schwachen Andeutungen erkannt werden.

Was wir hier der Perceptionsfläche beigeschrieben haben, versteht sich auch von ihrem, als Binnenfeld in Thätigkeit sich befindenden, Antheile, und wir begnügen uns damit, um dessen Charakteristik zu voll-

*) Joh. Müller. Zur vergl. Anat. d. Gesichtssinnes, a. versch. Ort.

enden, an die aus unsern frühern Capiteln hervorgegangenen Erkenntnisse zu erinnern, dafs nämlich die Retina, trotz der stärkern Brechung der seitlich eindringenden Strahlenbündel, bei einer gleichen Gröfse und Entfernung der Objecte, auch überall gleich grofse Bilder erhält, dafs sie ferner an allen ihren Punkten senkrecht von ihrer Fläche abwärts blicke, wodurch die Anschauung, ihren Directionen nach, in einer mit der Natur übereinkommenden Anordnung vollbracht wird.

Es entsteht nun die Frage: wie sich denn eigentlich diejenigen Stellen am Umfange der Perceptionsfläche verhalten, welche durch die Beschränkungen des Aufsenfeldes dem Wahrnehmungsacte entzogen werden. Ich glaube dieselbe folgendermafsen beantworten zu müssen. Das wahre Sehen beginnt erst bei einer bestimmten Entfernung der Objecte vom Auge. In dem Maafse, als diese dem Auge näher gebracht werden, und die dasselbe treffenden Strahlen nicht mehr auf einen Punkt der Netzhaut zusammenströmen können, verwandelt sich auch das wahre Sehen in dunkele Gesichtsempfindungen, die überall vorhanden bleiben, wo die Netzhaut noch von Lichtspuren berührt wird. Die nahe gelegene Nasenfläche, die Spuren von Licht hindurchlassenden Augenlieder, behindern daher wohl das eigentliche Sehen, gestatten aber noch der Netzhaut einen dunkeln trüben Schimmer, der das Gesichtsfeld an seinen Randstellen begrenzt. Wir werden uns beim schlichten Sehen dieses Schimmers durchaus nicht bewufst, unter Umständen wird er dagegen sehr bemerklich. Schliefsen wir z. B. das eine Auge, so tritt uns für das andere eine solche sehr deutliche Begrenzung des Gesichtsfeldes aus der Nasenfläche hervor. Erzeugen wir nun mittelst des Fingers Druckbilder in der Retina, so sehen wir diese ganz deutlich überall in der Ausbreitung dieses Randschimmers liegen. Dieser Schimmer wird sich nun, hinsichtlich seiner Directionen, ganz wie die Lichtbilder selbst verhalten müssen. Indem nämlich der untere Rand der Netzhaut beschattet wird, welches nur von oben her

geschehen kann, schwindet ein oberer Theil aus der Realfläche, und eben so verhält sichs für die übrigen Richtungen.

Die 2te und 3te Kupfertafel nebst deren Erläuterungen mögen dazu dienen, die besondern Stellungen und Begrenzungen der einzelnen Regionen des gesammten Gesichtsfeldes recht eindringlich zu machen, und uns zugleich die Hergänge beim Gesichtsprocesse selbst zu versinnlichen.

## *Erklärung der zweiten Kupfertafel.*

Wir sehen hier die menschlichen Augen in einem Convergenzwinkel von vier Graden dargestellt, so daſs sie weit über die vor ihnen liegende Objectfläche hinausstarren. Die Augenaxen sind durch Pfeile dargestellt. Das ganze Gesichtsfeld beträgt 196 Grade, welche beim Parallelismus der Augenaxen bis 200 anwachsen würden. Das Realfeld besteht aus fünf Wänden, die durch eben so viele breite farbige Linien ausgedrückt sind. Aus den Winkeln dieser Wände sind nach jedem Auge hin gerade Linien gezogen, welche hier die von denselben ausgehenden Richtstrahlen ausdrücken sollen. Sie gehen sämmtlich auf den äuſsern Richtpunkt des Auges zu, den sie jedoch nicht erreichen, indem sie nur bis an die, hier allein vorgestellte, vordere Fläche der Linse ungebrochen gelangen, und von hier aus zum Binnenfelde hin gebrochen werden. Ich habe überall nur eine einzige gebrochene Richtung vorgestellt, und zwar die mittlere, d. h. diejenige, die vom Punkte aus, wo der Strahl zuerst gebrochen wird, bis zu dem, wo er die Retina berührt, geradlinig durchgeht. Die äuſsersten, von der blauen und gelben Wand zu den Augen gelangenden, Strahlen sind keine solchen Richtstrahlen, sondern Nebenstrahlen derjenigen idealen Richtstrahlen, die aus gleichen Punkten nach dem äuſsern Richtpunkte hin durch punktirte Linien angedeutet sind. Dadurch, daſs ich die Brechung dieser Nebenstrahlen auch nur durch eine einzige Linie ausgedrückt

habe, ist ihre anfängliche Brechungsdirection bei weitem zu stark angegeben, so dafs der Strahl bei einer solchen Richtung sich nur durch eine höchst erweiterte Pupille durchzubewegen im Stande wäre. In der Natur geht bekanntlich eine schwächere Brechung voran, und erst nach einer zweiten und dritten, beim Ein- und Austritt aus der Linse, gelangt der Strahl an den Ort, den wir ihn im Bilde erreichen sehen. Es werden demnach die Nebenstrahlen um einen Winkel mehr gebrochen als die Richtstrahlen, und zwar geschieht dieses beim Eintritte in die Cornea. Ich habe überall nur die mittlere Brechungsdirection angegeben, einerseits, um das Bild nicht complicirter zu machen, und andererseits, um keine willkührlichen Directionen hineinzulegen. Die Convergenz aller Axenstrahlen wird von der Linse aus sehr sichtbar vermehrt.

Vor jedem Auge habe ich dessen ideales Aufsenfeld in einem farbigen grofsen Bogen dargestellt. Jedes Feld beträgt 155 Grade, nämlich 100 nach aufsen und 55 nach innen, woselbst die hier gleichfalls angedeutete Nasenwurzel das Gesicht eines jeden Auges beschränkt, welche Beschränkung, wenn wir die Ausdehnung der Retina und deren Perceptionsfähigkeit an ihren äufsern Stellen eben so hoch anschlagen wollten, als sie sich in unserm Falle an ihrer innern Wandung erweist, sich auf 45 Grade belaufen würde.

Wir sehen ferner auch auf unserer Tafel am Aufsenfelde, so wie auf dem im Auge in gleicher Zahl von Graden entworfenen Binnenfelde, die entfernten Partien der Objecte durch dunkele Farben ausgedrückt, und zwar dieses deshalb, weil wir das im idealen Aufsenfelde bildlich Dargestellte, wie das auf der Perceptionsfläche Empfundene, von diesen Stellen weiter von uns abwärts auszudehnen haben, um von beiden Stellen aus die naturgemäfse Darstellung des Objectes zu projiciren. Ich habe also das, was einer weitern Fxtensität anheimfällt, durch srärkere Intensität der Farbe ausgedrückt.

Die Grade des Aufsen- wie des Binnenfeldes sind aber, dem Objectinhalte nach, auf eine so besondere Weise ungleichmäfsig vertheilt, dafs es fast scheinen möchte, als liege in dieser objectiven Darstellung ein Widerspruch zu den nach subjectiven Versuchen an mir angestellten Messungen *). Während nämlich für das rechte Auge im Blauen ein Feldantheil von 58½ Graden gegeben ist, enthält das linke für das von ihm allein gesehene Gelbe nur 55 Grade, da man doch glauben sollte, dafs jedes Auge, besonders nach aufsen hin, nur so viele Grade übersehen könne, als von innen her dem andern Auge entzogen werden, also 45 Grade. Dieses geschieht aber daher, weil jedes Auge für sich besonders die Gegenstände in der wahrhaften Richtung und Entfernung sieht, in denen sie sich zu ihm verhalten, worauf denn auch zum Theil die Erscheinung des Doppelsehens beruht, bei welchem wir die einfache Welt gleichsam aus zweierlei Standpunkten betrachten. Der Ausfall von 45 Graden, den jedes Auge nach innen zu erleidet, kann daher nicht durch eine gleiche Zahl von Graden nach aufsen hin ersetzt werden, sondern die Zahl der äufsern Grade, die auf das Object verwendet werden, das von einem der beiden Augen allein gesehen wird, mufs stets gröfser ausfallen, weil das Object dem einen Auge, von dem es wahrgenommen wird, um so viel näher liegt, als dem andern. Daher übersieht auch das Auge den übrigen ihm sichtbaren Antheil in einer um eben so viel kleinern Anzahl von Graden. Nähert man den vordern Endpunkt des Objectes, hier z. B. den der blauen Wand, dem einen Auge so sehr, dafs derselbe auf die Stelle zu liegen kommt, wo die Augenaxe den äufsersten Strahl, der von innen her ins andere Auge gelangt, schneidet, so würde das Auge, bei einem gleichen Gesichtsumfange wie in unserm Falle, das Object in einem Gesichtswinkel von 100 Graden zu betrachten haben, während es dem andern Auge unter 45 Graden verdeckt bliebe. Je

*) Siehe Anmerkung g).

näher dem Auge der Gegenstand liegt, desto mehr Gesichtsgrade werden ihm zur Übersicht des von beiden Augen gemeinschaftlich übersehenen Flächeninhaltes entzogen, daher sieht denn auch das rechte Auge in unserer Tafel das Rothe, Grüne und Orange nur in 96½ Graden, während das linke dieselbe Fläche in 100 Graden übersieht.

*Erklärung der dritten Kupfertafel.*

Wenn wir von Fernen rings umgeben sind, und auch der Blick in die Weite gerichtet ist, so werden die Directionen sämmtlicher Objectpunkte zu jedem Auge, bis auf eine höchst geringe Abweichung, sich gleich verhalten, und man kann hier annehmen, daſs die gleichen Objectpunkte auch auf identischen Stellen der Netzhaut entworfen werden. Von dieser Wahrheit kann sich ein jeder durch den Versuch überzeugen. Indem er nämlich diese Bedingungen erfüllt, wird er nicht nur keiner Andeutung von Doppeltsehen inne werden, sondern auch die ganze Objectwelt selbst in ihren seitlichen Bildern, mit ziemlich groſser Klarheit, übersehen. Ändert man dagegen den Refractionszustand und die Axenneigung der Augen, indem man z. B. den eigenen dem Auge vorgehaltenen Finger betrachtet, so werden dieselben fernen Gegenstände viel trüber und überall in doppelten Bildern erscheinen.

Wir wollen uns zuvörderst die auf der vorigen Tafel vorgestellte kleine Realfläche so sehr vergröſsert und weit hinaus gerückt denken, daſs sie den beiden in paralleler Richtung vor sich hinsehenden Augen, durchaus als eine Einheit erscheint. Das auf der dritten Tafel abgebildete Auge sei nun aus den beiden organischen auf die Weise construirt, als seien die sämmtlichen identischen Punkte der beiden Augen ineinander eingesenkt, so daſs wir, der Einheit der Erscheinung gemäſs, nur ein Auſsen- und Binnenfeld an demselben zu betrachten haben. Die ausgeführten Linien sind hier, wie im obigen Falle, bis zur Linse die ungebrochenen,

und hinter derselben die gebrochenen Richtstrahlen, welche von den Winkeln des Realfeldes ausgehen. Die beiden seitlich gelegenen idealen Richtstrahlen sind auch hier durch fein punktirte Linien dargestellt, und die vom gleichen Ausgangspunkte durchgeführten sind bloſs Nebenstrahlen. Die Widerhäkchen an den sich auf das Binnenfeld einsenkenden Strahlenlinien weisen mit ihrer freien Spitze nach dem Centrum der Retina hin, und versinnlichen uns, wohin von diesen Stellen des Binnenfeldes der Blick projicirt wird. Auſserhalb des Auges haben wir diese Richtung in ihrem weitern Verfolge durch unterbrochene Linien bezeichnet. Durch die Projection sämmtlicher Blicke, die wir von den dunklern Stellen des Auſsen- und Binnenfeldes, der besonders dadurch ausgedrückten Ferne gemäſs, weiter hinauszurücken haben, entsteht wiederum dieselbe Figur des Auſsenfeldes, die wir zwischen den Endpunkten dieser Blicke durch ausgeführte Linien dargestellt haben, jedoch um den Abstand der beiden Richtpunkte von einander dem Auge näher liegend, als es in der Wirklichkeit der Fall ist. Wir haben im Capitel über das Verhalten der Strahlendirection zur Gesichtsdirection unsere Ansicht darüber niedergelegt, wie sich's im subjectiven Gefühle, hinsichtlich dieser höchst geringfügigen, und für fernere Gegenstände so gut als nicht vorhandenen, Versetzung des Objectes verhalten könne.

## FÜNFTES CAPITEL.

# Zur Lehre vom Einfach- und Doppeltsehen.

Im vorigen Capitel haben wir die Verhältnisse kurz angeführt, unter welchen wir einfach oder doppelt sehen; die Wichtigkeit des Gegenstandes erheischt es jedoch, daſs wir die dabei obwaltenden Hergänge näher entwickeln und uns von den Ursachen dieser Phänomene genauere Rechenschaft geben.

Alles was Johannes Müllers forschender Geist aus Wollastons Erfahrungen und Purkinjes sinnreichen Beobachtungen über die subjectiven Erscheinungen der Druckbilder, in Bezug auf die Identität der Netzhautpunkte, gefolgert hat, werden wir hier, es als bekannt voraussetzend, unserer Untersuchung zum Grunde legen, und demnach nicht mehr zu erweisen brauchen, daſs sowohl die Axenstellen der Retina im menschlichen Auge, als auch alle in gleichen Meridianen und Breitegraden von ihnen abgelegenen Stellen, in beiden Augen unter einander identisch seien.

Durch diese Identität der Punkte ist auch eine subjective Identität der Richtungen gegeben, welche überall senkrecht aus ihrer Fläche von diesen Punkten ausgeht; und somit betrachten wir alles, was wir sehen, trotz der Duplicität der Organe, nur in einer gemeinschaftlichen Axenrichtung und in lauter gemeinschaftlichen, gleichnamigen Nebenrichtungen.

Aus den zwei Sehfeldern der beiden Netzhäute wird so im subjectiven Gefühle nur ein einziges, und wenn alle Punkte der einen Netzhaut mit denen der andern untereinander identisch sind, wie dieses bei convergirenden Augen der Fall ist, so wird das ganze Erscheinungsfeld denselben Kugelabschnitt bilden müssen, den jede Netzhaut besonders dar-

stellt. Wo aber die Augen divergirend und nur theilweise untereinander identificirt sind, da wird sich der Umfang des Erscheinungsfeldes gleich der Summe beider Kugelabschnitte der Netzhäute, nach Abzug der Gröfse ihres untereinander identificirten Antheils, zu verhalten haben.

Da die beiden Netzhäute unseres Auges zu einem einzigen subjectiven empfindenden Standpunkt verschmelzen, und wir die sichtbare Erscheinung in einem Aufsenfelde betrachten, welches, als Sphärenantheil, der Gröfse der sehenden Oberfläche jeder einzelnen Netzhaut gleichkommt, so ist es, vorausgesetzt dafs die dazu nothwendigen übrigen Bedingungen hierzu alle gegeben seien, ganz einerlei, ob wir die sichtbare Welt mit einem oder beiden Augen betrachten, wir werden immer dieselbe Gröfse des Gesichtsfeldes, dieselbe sichtbare Erscheinung vor uns haben müssen.

Diese Bedingungen zur Einheit der Erscheinung, die wir unten ausführlicher angeben wollen, bestehen bekanntlich kurz darin, dafs überall auf der Netzhaut die Bilder gleicher Objectpunkte auf gleichen Stellen der Netzhaut entworfen werden, wodurch denn auch jeglicher Punkt der Erscheinung in einer gemeinsamen Richtung, d. h. also an einer und derselben Stelle des Aufsenfeldes, und mithin einfach, wahrgenommen wird.

Da nun aber die Axenrichtung und die gleichnamigen Nebenrichtungen des Auges untereinander identisch sind, so werden wir auch die verschiedenartigsten Eindrücke, von welchen die identischen Punkte jeder besonders in Anspruch genommen werden, nur in diesen gemeinsamen Richtungen betrachten können; wo also zweierlei Bilder gleichnamige Punkte afficiren, da werden sie in einer gemeinsamen Richtung, also als in einem und demselben Punkte des Aufsenfeldes gelegen, betrachtet werden müssen. Wenn wir es nun so einrichten, dafs wir die Axe des einen Auges auf +, die andere auf ○ richten, so wird ⊕ gesehen werden müssen, und das Auge, welches mit seiner Axenstelle + betrachtet, wird mit einer Nebenstelle ○ besonders sehen müssen, so wie das andere, welches ○ in

der Mitte des Feldes hat, mit einer entsprechenden Nebenstelle das + gewahrt. Das Ganze würde demnach so aussehen müssen: + ⊕ O. Weil ferner überall, wo wir doppelt sehen, auch zugleich zwei Objecte an einer Stelle gesehen werden müssen, so findet auch das Phänomen des Doppeltsehens in diesem Schema seine Erklärung, und es ist ganz einerlei, ob wir dasselbe als zweierlei Erscheinungen an einem Orte, oder als eine Erscheinung an zwei Orten darstellend, auffassen wollen.

Stellen wir uns nun vor eine Pyramide, und drücken das eine Auge so weit herab, daſs es mit seiner Axenstelle die Basis derselben betrachtet, das andere dagegen hinauf, so daſs es genau auf den Gipfel gerichtet ist: so betrachten wir Basis und Gipfel zuvörderst als in der gemeinsamen Axenrichtung des Auges gelegen, also an einer und derselben Stelle, und da jedes Auge mittelst seiner angrenzenden übrigen Stellen der Retina auch die übrigen Theile der Pyramide zu übersehen hat, so werden wir zwei Pyramiden sehen müssen, von welchen die eine auf die Spitze der andern gestellt erscheint.

Wir sehen also, daſs es in der Natur des Gesichtssinnes liegt, alles in einem gemeinsamen, vor seinem Organe daliegenden Felde, als in einer einzigen Axenrichtung und gemeinsamen Nebenrichtungen gelegen, zu betrachten, und daſs die besondern Richtungen von oben, unten, rechts u. s. w. aus der eigentlichen Sinnensphäre fast ganz wegfallen, indem sie nur in so fern vorhanden sind, als etwas über, unter, rechts oder links der Axenrichtung gelegen ist, diese aber an und für sich, bei jeder Richtung des Auges, der Mitte des gemeinsamen vor uns gelegenen Auſsen- oder Erscheinungsfeldes zu entsprechen hat.

Es kann also im gesammten Erscheinungsfelde der Ort der Dinge nur in so weit ausgedrückt und bezeichnet sein, als er mittelst dieser oder jener Partie der Retina betrachtet werden kann, und in einer bestimmten Direction zum Auge, nicht aber zu unserm gesammten Körper, liegt. Der

Ort aber, wo diese gesammte Erscheinung aufsen gelegen ist, wird uns durch ein eigenes Gefühl offenbart, welches jegliche Stellung unserer Organe begleitet und mittelst welchem, in so weit es auch dem Auge inwohnt, es zu unserer Kunde gelangt, ob der ganze Gesichtsinhalt über, unter, oder von uns seitlich gelegen sei. Dieses Gefühl haben mehrere Physiologen den Muskelsinn genannt. Wenn wir daher bei der Erkenntnifs des Ortes, den ein Object im Erscheinungsfelde einnimmt, auch die Stellung unserer Organe genau zu erkennen im Stande wären, so würden wir stets den Ort der Dinge aufs Genaueste wahrnehmen, trotz dem, dafs oft zwei Objecte eine und dieselbe Stelle im Erscheinungsfelde einnehmen. Dieses Gefühl, und also die Erkenntnifs der Stellung der empfindenden Punkte auf der Netzhaut, entgeht uns zwar in sehr vielen Fällen. Überall aber, wo die Stellungen der Netzhautpunkte leicht und harmonisch sind, wo wir die beiden Augenaxen auf einen bestimmten Punkt hin nach oben, unten, rechts und links convergiren lassen, da gelangt die Stellung des Auges, und zwar besonders die der mittleren Retinastelle, zu unserer Kunde; und indem wir hier einfach sehen, wissen wir zugleich, ob und in welchem Grade der ganze Gesichtsinhalt über, oder unter uns, oder uns seitlich gelegen ist. Würde dieses Gefühl uns im obigen Falle, wo wir die Pyramide betrachteten, begleiten, so würden wir sagen dürfen, dafs wir nicht zwei Objecte, sondern nur eines zweimal sehen, indem wir zugleich mittelst unseres Organes, da beide Augen ja nur eines darstellen, einmal von oben herab, und zugleich von unten herauf, eine und dieselbe Pyramide betrachten. Wir selbst befinden uns gewissermafsen an zwei Stellen zugleich, indem wir der Erscheinung zwei differente Netzhautpunkte, also zwei verschiedene Standpunkte unseres Ichs, entgegenbieten, und indem wir auf diese Weise, ohne es zu wissen, selbst zwei Stellen einnehmen und von denselben ein Object gleichzeitig zweimal betrachten, erkennen wir selbst mittelst dieses zweimaligen gleichzeitigen Sehens zwei

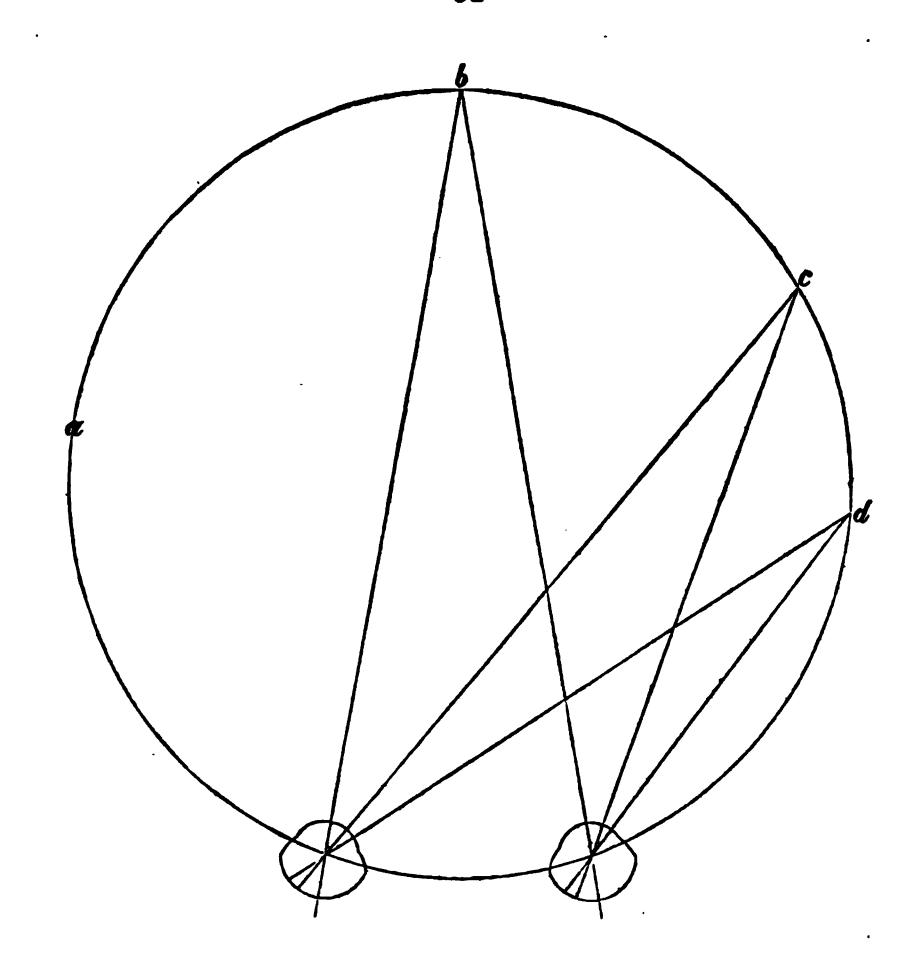
scheinbar räumlich getrennte gleiche Gestalten, weil wir uns eben von der Duplicität unserer eigenen Stellung keine Rechenschaft zu geben wissen. Die ganze Erscheinung des Doppeltsehens bestände demnach darin, dafs wir ein und dieselbe Art von Sinneneindruck, ohne darum zu wissen, gleichzeitig aus zweierlei Standpunkten betrachten.

Da ich den bisher bekannten Bedingungen, unter welchen wir einfach sehen, einerseits noch einige neue hinzuzufügen, andererseits aber ihnen eigene Betrachtungen anzureihen habe, so will ich dieselben in aller Kürze hier feststellen.

Damit ein Punkt von uns einfach gesehen werde, ist es nothwendig, dafs er sich zu dem einen Auge in ganz gleicher Richtung verhalte, wie zum andern, denn nur dann können die beiden, von ihm ausgehenden, Richtstrahlen auf gleiche Punkte der Netzhaut hin gebrochen und in identischen Directionen gesehen werden. Ein solches Verhältnifs wird nun den Augen unter folgenden Umständen gegeben.

Erstens, durch die Convergenz der beiden Augenaxen auf einen gemeinschaftlichen äufsern sichtbaren Objectpunkt. Die Axenstellen der Retina sind hier dem Punkte senkrecht zugeneigt, und werden daher von durchaus gleichartigen Bildern afficirt, wodurch denn die Bedingungen des Einfachsehens erfüllt sind.

Zweitens, wo die Gesichtsobjecte in der Peripherie solcher Kreise liegen, die durch die äufsern Richtpunkte und durch den Convergenzpunkt der Axen beschrieben werden, wie auch aller derjenigen, die durch die beiden erstern und die Punkte derjenigen Perpendikel gezogen werden können, die wir uns von dem Convergenzpunkte der Sehaxen ausgehend als senkrecht auf die Ebene derselben gestellt zu denken haben. (Vergleiche Tourtual a. a. O. S. 234 und 235, wo man jedoch für die optischen Centra die äufsern Richtpunkte zu setzen hat.)




Alle Punkte der Kreislinie *a* werden von beiden Augen, deren Sehaxen auf den Punkt *b* gerichtet sind, einfach gesehen, weil eben diese Kreislinie durch den Convergenzpunkt *b* und die äufsern Richtpunkte beschrieben ist. Beide Augen verhalten sich zu den Punkten *c* und *d* genau auf dieselbe Weise. Wenngleich das rechte Auge ein anderswo gelegenes ist, als das linke, und beide Augen sich an und für sich in verschiedenen Directionen zum Punkte *c* verhalten, so neigt sich doch das rechte Auge um eben so viel nach links, als nöthig ist, um ganz die denen des linken Auges entsprechenden Partien dem Objectpunkte entgegenzustellen. Ein Gleiches gilt vom Punkte *d*.

Die Strecke *bc* wird von beiden Augen unter gleichen Gesichtswinkeln gesehen, weil ihre Schenkel auf einem gemeinsamen Kreisantheil stehen. Der von *c* ausgehende Richtstrahl wird sich daher durch eine seitliche Stelle der Cornea ins Auge senken, die, hinsichtlich ihrer Lage und Entfernung von der Eintrittsstelle der von *b* ausgehenden Axenstrahlen, in beiden Augen durchaus übereinkommend ist. Da aber die von *c* nach beiden Augen hingehenden Richtstrahlen in dieselben an gleichnamigen Punkten und in gleicher Richtung eindringen, so werden sie auch an gleichnamigen Netzhautpunkten ihr Bild zu entwerfen haben. Ein gleiches gilt vom Punkte *d*.

Die Bogenlinie *cd* liegt dem rechten Auge bedeutend näher, und ist ihm in einer viel schrägern Richtung zugewendet, als dem linken, und doch behaupten wir, daſs die einzelnen Punkte derselben sich in gleichen Richtungen zum einen wie zum andern Auge verhalten, und überall auf der Retina gleich groſse Bilder geben. Wir werden diesen scheinbaren Widerspruch auf folgende Weise zu erklären haben. In dem Maaſse, als ein Antheil dieser Linie sich dem rechten Auge vorzugsweise nähert, nimmt auch die Schrägheit seiner Stellung zum Auge zu, und was die Nähe zur Vergröſserung seines Gesichtswinkels, und also seines Antheiles im Gesichtsfelde, beitragen würde, das wird durch die schiefe Stellung, und also durch die Beschränkung der Gröſse im Gesichtsfelde, wiederum aufgehoben, und so geschieht es, daſs hier von nahen wie von fernen Objecttheilen immer gleiche und gleich groſse Bilder auf die identischen Stellen der Netzhaut, und zwar aus gleichen Richtungen, entworfen werden. Demohngeachtet wird aber das Object dem einen Auge immer näher, als dem andern, erscheinen müssen, sobald es von jedem besonders seitlich betrachtet wird.

Drittens wird, wie wir dieses schon im vorhergehenden Capitel ausgesprochen haben, immer da einfach gesehen werden müssen, wo der

Blick in die Weite gerichtet, und das Individuum ringsum von Fernen umgeben ist, weil hier die Augen, bei paralleler Stellung ihrer Axen, auch von jeglichem Punkte fast parallele Lichtstrahlen empfangen, und folglich auch gleichnamige Augentheile von gleichnamigen Richtstrahlen durchdrungen oder erregt werden.

---

## SECHSTES CAPITEL.

## Zur Parallele des Gesichts- und Tastsinnes hinsichtlich ihrer Raumanschauung.

Es giebt überhaupt nur zwei Sinne, die uns die räumlichen Verhältnisse der Dinge in ihrer umschriebenen Begrenztheit zu entwickeln vermögen, nämlich den Gesichts- und den Tastsinn. Die Verhältnisse des Functionellen dieser Sinne zu einander haben mehrere ältere Physiologen, und in neuerer Zeit Huschke *) und Tourtual **), und zwar letzterer mit besonderer Tiefe und Klarheit, entwickelt; indessen fühlen wir uns bewogen, noch folgende, aus dem Vergleich beider Sinnesarten hervorgehende Wahrheiten, die für unsere bisher betrachteten Gesichtspunkte eine besondere Bedeutsamkeit zu gewinnen scheinen, auch besonders hervorzuheben.

*) E. Huschke. Beiträge zur Physiologie und Naturgeschichte. Weimar 1824. Dritter Abschnitt.

**) An mehreren Stellen seiner bereits erwähnten Schrift.

1) Der unmittelbare Gegenstand der Perception des Auges, wie des Tastorganes, ist die Fläche. Die stereometrische Anordnung derselben giebt uns an und für sich selbst noch keineswegs den Begriff des cubischen Inhaltes, der Erfüllung des Raumes, dieses geschieht erst durch eine besondere, aus der Fläche hervortretende, Dimension der Tiefe, gleichwie eine krumme Linie an und für sich keine Andeutung des Flächenhaften in sich trägt, welches erst durch die aus derselben heraustretende Dimension der Breite entwickelt wird.

Diese cubische Dimension tritt nun fürs Auge unmittelbar aus der Fläche hervor, und offenbart sich ihm als Tiefe oder Ferne, dem Tastorgane liegt dieselbe erst hinter der percipirten Fläche als ein körperlicher Inhalt, als Dicke oder als Durchmesser des Objectes. Wir erfassen also mittelst des Auges den Begriff des Raumes vor und aufser dem Gegenstande der Perception, durch den Tastsinn hinter und in demselben.

Das Gebiet hinter der angeschauten Fläche würde uns nämlich verborgen bleiben, wenn wir es nicht erfahrungsgemäfs durch die Auskunft des Tast- und Locomotivgefühls abzuschätzen wüfsten. Die Erkenntnifs der cubischen Dimensionen wird uns daher erst durch unsern eigenen Abstand von dieser Fläche, und durch die Distanz der einander gegenüberstehenden Flächen, angedeutet. Die Flächen begrenzen hier ringsum den Raum, der durch die Anschauung derselben zu unserer Erkenntnifs gelangt. Der erkannte räumliche Inhalt liegt daher vor der angeschauten Fläche in dem unwahrnehmbaren Medium offen da, und Gegenstand der Perception, im engern Sinne, sind nur die Grenzen, die ihn einschliefsen. Nicht das Gesehene selbst, sondern die Art und Weise seines Erscheinens, sein Fernesein, insinuiren dem Sinne die räumliche Inhaltsweise. Der so zur Anschauung gelangte Raum umgiebt hier rings

umher das Auge, und im Hintergrunde dieses Raumes liegt der Gegenstand der Perception, die raumbegrenzende sichtbare Oberfläche.

Der Tastsinn dagegen erhält seine jedesmalige Raumerkenntniſs aus der Masse des Körpers selbst. Hinter der Fläche, die er fühlt, findet die Vorstellung das für ihn wahrhaft raumerfüllende Object. Indem die Hand in dem Widerstandsgefühle, das die Körperfläche in ihr verursacht, gleichfalls nur diese unmittelbar percipirt, faſst und betastet sie aber in dieser Fläche ein compactes, wahrhaft raumerfüllendes, Object. Die cubische Dimension, die sich in der Vorstellung dem Resistenzgefühle überall anreiht, geht von seiner Oberfläche in seinen innern Raum hinein, liegt also im Körper selbst, hinter der betasteten Fläche, und wir begreifen sie hier als die Dicke des Körpers.

Da der Tastsinn nur in der Berührung die ihm faſslichen Eigenschaften der Körper erkundet, so gelingen ihm seine Wahrnehmungen in Beziehung auf räumlichen Inhalt da am vollkommensten, wo alle Theile der Oberfläche des Tastobjectes mit möglichst vielen empfindenden Theilen des Organes gleichzeitig in Berührung gebracht werden können, wo das tastende Organ den Körper selbst einschlieſst, und also der durch dasselbe zu unserer Erkenntniſs gelangte Raum vom Organe selbst umgeben wird.

---

Es könnte uns hiergegen mit einigem Scheine des Rechtes der Einwurf gemacht werden, daſs das sich ausstreckende tastende Glied gleichfalls vor dem wahrgenommenen Gegenstande bis an diesen bewegt werden müsse, und dadurch die Dimension der Tiefe vor dem Gegenstande wahrnehme. Darauf erwidern wir, daſs das Tasten als solches erst in Berührung mit dem Körper beginne, und die Gröſse der vorangegangenen Bewegung durchaus nicht durch den Tastsinn, wohl aber durch Muskelperception, erkannt werde. Demnach lieſse sich ferner einwenden, daſs

beim Percipiren der Tiefe ein Gleiches im Auge geschehe, indem sowohl die Axenstellungen der Augen bei den verschiedenen Entfernungen, als auch der ihnen entsprechende Refractionszustand, von einer ihnen gemäfsen Spannung der Muskeln begleitet werde, welche Spannung in demselben sich als ein eigenes Intensitätsgefühl, dem die Erkenntnifs der Entfernung einverleibt ist, zu erkennen giebt, und also das Wahrnehmen der Fernen beim Tasten, wie beim Sehen, durch den Muskelsinn, nicht aber durch reine Gesichts- und Tastfunctionen, geschehe.

Tourtual zeigt uns im 13ten Capitel der zweiten Abhandlung seines schätzbaren Werkes, dafs der Gesichtssinn sein Object stets als ein äufseres erkenne, und dafs die Raumbeziehung des Auges eine diagonale sei. Hiermit ist aber zugleich auch dargethan, dafs die Netzhaut in ihrer naturgemäfsen Erregtheit an allen ihren Punkten, abgesehen von aller Muskelthätigkeit, sich in der Dimension der Tiefe als sehend erkenne. Demgemäfs kann ich dem scharfsinnigen Schriftsteller nicht beitreten, wenn er, Seite 299 sich auf den Inhalt des 6ten Capitels derselben Abhandlung berufend, folgendermafsen sich äufsert: „Wir haben früher dargethan, dafs das ursprünglich subjective Moment für die Anschauung der Tiefe im Tasten, wie im Sehen, ein muskeläres ist, und dafs letzteres die Repräsentation körperlicher Gestalten nach gleicher Methode bewerkstellige, wie ersteres."

Ich glaube bereits zu Genüge nachgewiesen zu haben, dafs ein einfaches Erkennen nicht nur der Tiefen überhaupt, sondern auch eines gewissen Mehr oder Minder derselben, dem Auge unabhängig von dem, was der Muskelsinn ihm gewährt, zugeschrieben werden müsse. Nachträglich mag noch folgendes zur Bekräftigung dienen. Sämmtliche Momente in den Muskelzuständen des Auges, beziehen sich stets nur auf einen einzelnen Punkt der Aufsenwelt, nämlich den in der Kreuzungsstelle der Sehaxen gelegenen. Dieser Punkt wird aber wiederum vom

Axenpunkte der Retina angeschaut, und nur auf diesen kann sich auch der jedesmalige Refractionszustand des Auges beziehen. Für alle außer der Augenaxe gelegenen Punkte des Gesichtsfeldes giebt es also auch keinen Muskelzustand des Auges. Da aber die an den Axenpunkt der Retina dicht angrenzenden Bilder aus den allerverschiedensten Entfernungen entworfen werden können, so müßten uns diese Entfernungen aller übrigen Objecte durchaus fremd bleiben, wenn das Gewahren derselben ausschließlich vom Muskelstande abhängig wäre. Gäbe es aber keine Fernensensation für diese Nebenpunkte der Retina, weil es keinen Refractionszustand, keine Axenstellung, keine Pupillargröße für sie giebt, so müßten sie, wie man es von dem von Cheselden operirten blindgebornen Kinde fälschlich glaubte, sich unmittelbar vom Bilde berührt fühlen, und nur die in der Augenaxe liegende Objectstelle würde in der ihr eigenthümlichen Entfernung wahrgenommen werden können. Wir ersehen hieraus, daß es nicht ausschließlich der Muskelzustand des Auges sein könne, der demselben die Anschauung der Tiefe gewährt, sondern daß dieselbe aus allen seinen sinnengemäß angeregten Punkten selbstständig hervortrete.

Die Reihenfolge sämmtlicher Bewegungsmomente im Auge giebt es uns zugleich deutlich zu erkennen, daß dasselbe in der Abschätzung der Entfernung, auch bei seinen seitlichen Gesichtsrichtungen, mit einiger Genauigkeit zu Werke geht. So wie nämlich das Auge, um einen im Sehfelde seitlich gelegenen Punkt deutlich zu erkennen, denselben durch die kürzeste Seitenbewegung rasch in die Augenaxe versetzt, eben so sicher wird es bei seinen Tiefenbewegungen auf dem kürzesten Wege in der Axe seinen Fernepunkt erreichen. Indem wir nämlich im Vordergrunde einer Landschaft einen Punkt betrachten, und gleich darauf neben diesem hinweg auf einen andern tief im Hintergrunde unser Augenmerk richten, so wissen wir schon im Voraus, wie wir unsern Blick einzurichten haben,

nie wird das Auge hinsichtlich seines Refractionszustandes, oder seiner Axenneigung, in das geringste Schwanken gerathen. Das Auge hatte hier also, so zu sagen, die Tiefe bereits erkannt, ehe die Muskeln derselben ein bestimmtes Maaſs angelegt hatten.

* * *

2) Einen andern Unterschied, der sich bei Betrachtung der Eigenthümlichkeiten des Tastgebietes neben denen des Gesichtsgebietes ergiebt, finden wir in denjenigen ihrer beiderseitigen Objecte, die, während sie dem einen Sinne ganz, oder in hohem Maaſse, entschwinden, dem andern dagegen in deutlicher Begrenztheit erscheinen, mithin also nur von dem einen oder andern als raumerfüllende Massen wahrgenommen werden. So erkennt der Tastsinn, nebst ähnlichen, räumlichen Erscheinungen, nicht die sämmtlichen Luftbilder und die dunstförmigen Gestalten der Wolken, des Nebels, des Rauches etc., die dem Auge in den deutlichsten Umrissen vorschweben; dagegen bemerkt das Auge nur dürftig, oft auch gar nicht, das Vorhandensein derjenigen palpabeln Substanzen, die wir durchsichtige nennen, und was es daran erkennt, ist nur den Mängeln ihrer Pelluciditát zuzuschreiben. Indem nämlich einiges Licht von demselben gefärbt und resorbirt, anderes reflectirt wird, verräth der durchsichtige Körper sein Dasein.

Es darf daher in der Characteristik der beiden Sinnesarten, die sich in der räumlichen Erkenntniſs der Dinge so vielfältig begegnen, wohl nicht übergangen werden, daſs es auch für diesen und jenen besondere räumliche Darstellungen giebt, die sich aus dem Bereiche des andern gegenseitig ausschlieſsen. In dieser Hinsicht verhält sich alles irresistente Material zu dem Tastorgane, wie das Durchsichtige zum Auge, und die halbdurchsichtigen Körper verhalten sich wiederum zu diesem, wie die weichen und flüssigen zu jenem. Je durchsichtiger und incohärenter ein

Körperliches sich darstellt, desto mehr entschwindet es beiden Sinnen zugleich, wie dieses bei der Luft der Fall ist.

---

Aus den Mängeln der Pelluciditāt aber, die uns den durchsichtigen Körper bei einem gewissen Grade von Unsichtbarkeit dennoch sichtbar machen, scheint ganz gegen unsere oben entwickelte Ansicht, als begrenze die Aufsenwelt den Blick in der Form einer stereometrisch gelagerten Oberfläche, hervorzugehen, dafs vielmehr das Auge, indem es einen durchsichtigen Körper betrachtet, nicht allein eben so extensiv, als der Tastsinn, in der Wahrnehmung des ganzen cubischen Umfanges des Körpers verfahre, sondern auch, indem es mit dem Blick seine innere Gestaltung durchwandert, und also alles Räumliche und Förmliche in seiner ganzen Masse erfafst, in solchen Fällen ein weit entwickelteres Gebiet für die Wahrnehmung der Körperlichkeit der Dinge besitze, als selbst der Tastsinn.

So wenig wir eine solche Erkenntnifs mittelst des Gesichtssinnes in Zweifel zu ziehen vermögen, so werden wir, nach kurzem Erwägen, doch zugeben müssen, dafs sie nur als Folge der Combinationen solcher elementarischer Gesichtserscheinungen betrachtet werden könne, welche uns auch die undurchsichtigen Körper bieten, und dafs die ganze Erscheinung der Durchsichtigkeit auf die Ansicht zweier Flächen beruhe, die nichts weniger als eine hinter der andern, sondern stets nebeneinander, gesehen werden.

Bei aufmerksamer Beachtung dessen, was sich beim Anschauen eines durchsichtigen Körpers ergiebt, findet sich nämlich, dafs wir in einer gewissen Ausdehnung seiner Oberfläche durchaus nicht ihn, sondern die hinter ihm befindliche Fläche sehen, an andern Stellen dagegen nichts von dieser bemerken, sondern nur den durchsichtigen Körper selbst in dem

durch den Lichtreflex ihm verliehenen Glanze. Der Umriſs dieses Glanzes und die, gleichfalls in eine bestimmte Form gefaſste und veränderte, Färbung des hinter einem Glase befindlichen Antheils der sonstigen Gesichtsobjecte geben uns die Merkmale für die Form dieses Glases.

Aber auch da, wo wir mit dem Glanze des Glases zugleich das Bild hinter demselben sehen, steht es uns frei, das Bild im Glanze, oder das glänzende Licht im Bilde zu betrachten. Die hinter einem gefärbten Glase erscheinende gleiche Färbung der Oberfläche opaker Gegenstände betrachten wir nur als eine eigenthümliche Illumination dieser Fläche; die Formen bleiben dabei oft unverändert, oft aber werden sie auch durch die Brechung der Strahlen verschoben oder verdoppelt, ohne daſs dadurch etwas anderes zur Erscheinung gelange, als die entstellte Oberfläche des hinter dem brechenden Medium befindlichen Objectes. Wäre dem anders, so wäre es auch ganz unmöglich, durchsichtige Körper durch den Pinsel darzustellen.

Beim Anblick halbtransparenter, das Durchscheinen der Gegenstände vermittelnder, Körper betrachten wir durch dessen durchsichtigen Antheil nur die uns zugewendeten Flächen aller undurchsichtigen Atome, die in ihn eingestreut sind. Wir wollen annehmen, daſs, während wir hinter einer einzigen Schicht eines solchen Körpers die Gegenstände in ihren vollständigen Umrissen, jedoch mit mehr oder minder getrübten Farben, erblicken, hinter zwei solchen Schichten uns Umrisse und Farben schon verwischt erscheinen, hinter dreien bereits ganz verschwinden. Wenn wir die erste trübe Platte auf ein Bild legen, betrachten wir nunmehr, indem wir dasselbe ansehen, ein Drittheil vorderer gefärbter Atomflächen im Glase, und zwei Drittheile von dem Flächeninhalte des Bildes. Wenn wir die erste Platte mit einer zweiten bedecken, bleibt nur noch ein Drittheil des Bildes zu sehen, dagegen aber zwei Drittheile vor demselben befindlicher dunkeler Atome, und endlich bei Auflegung der dritten

Platte sehen wir nur noch, durch die zurückgebliebenen Lücken der zwei vorderen Platten, die das Bild gänzlich verdeckenden Atome der hintern. So verhält sichs auch mit dem Nebel, der uns oben auf dem Berge, wo er uns unmittelbar umgiebt, als leichte Trübung erscheint, während wir ihn vom Fuſse desselben als eine begrenzte, undurchsichtige Wolke betrachten. Auch die Bläue des Himmels würde sich so erklären lassen, wenn man bei allen reingefärbten, und annoch überall durchsichtigen, Medien eine homogene Verschmelzung der Atome gestatten wollte, welche die Hemmung des Strahlendurchbruchs, die bei den Atomen, sei es in noch so kleinen, jedoch immer geschiedenen, Pünktchen, statt findet, continuirlich ausübt.

Wir haben demgemäſs erkannt, daſs sich auch die Masse der durchsichtigen Substanzen fürs Auge auf eine oder mehrere, neben einander sichtbare Flächen reduciren läſst, und so denn auch bestätigt gefunden, daſs stets das Gesammtgebiet der Gesichtserscheinungen entweder in einer continuirlichen, oder in mehreren vor einander hervortretenden, oft unzähligen und unendlich kleinen Flächen, die aber nach der Richtung der Radien des Gesichtsfeldes stets nebeneinander gestellt sein müssen, besteht.

# Anmerkungen.

[a]) Diese Reduction der verschiedenen Tiefen der äufsern Natur auf eine Fläche gilt hier lediglich als einė besondere Anschauungsform, welcher sich die Dimensionen des perspectivischen Wahrnehmens mit Leichtigkeit aneignen lassen. Die Thätigkeit des Auges selbst verhält sich demohngeachtet in jedem ihrer Momente stereometrisch percipirend. Selbst im naturgemäfsen Gemälde betrachten wir nicht die Malerei (wie sie nämlich als Fläche in einer Ebene hingeworfen erscheint), sondern die Natur selbst, welche in Bezug auf ihr äufseres Ansehn demselben einverleibt ist. Nie aber fällt es Jemanden ein, und trotz aller angewandten Mühe gelingt es uns nicht, das äufsere Formenspiel der Dinge als eine Ebene zu schauen. — Der Maler zieht die Umrisse auf der Fläche an den, den sichtbaren Grenzen der Gegenstände entsprechenden, Stellen. Um nun den verschiedenen Flächen, die durch die so erhaltenen Linien eingeschlossen werden, die Plasticität der Natur zu verleihen, denkt er sich nicht diese als ein flaches Bild, das er auf die ihm vorliegende Fläche überzutragen hat, sondern er imaginirt sich im Gegentheil in die vor ihm liegenden Umrisse die äufsere Natur, und nur in dieser Imagination wird ihm seine Arbeit gelingen. Eben weil jene Reduction der Tiefen auf eine Ebene nur eine ideale Anschauungsform ist, so vermögen wirs auch nicht in der Ausführung dem Sinne wirklich vorhandene Tiefen als flache Ebenen vorzuführen, wenngleich wir einer solchen Ebene das Ansehn der Tiefen zu geben im Stande sind. Folgendes mag dazu dienen, diesen Ausspruch vollends zu bekräftigen.

Wenn wir ein wohlgelungenes Bild, besonders ein Landschaftsgemälde, das dem Auge, zu einem recht nahen Vordergrunde, bedeutende Fernen darstellt, aufmerksam und unbefangen betrachten, so treten die Augenaxen beim Beschauen der letztern zu einem Convergenzpunkte zusammen, der weit hinter dem Bilde zu liegen kommt, wobei sich die Pupille, wenn das Bild in sanfter und gleichmäfsiger Beleuchtung gehalten ist, der angeschauten Ferne gemäfs erweitert. Wir sehen also in diesem Falle die auf dem Bilde dargestellten Gegenstände erst hinter demselben, und zwar an derselben Stelle, die ihnen die Phantasie des getreuen Bildners selbst ange-

wiesen hat. Zuerst fielen mir diese Erscheinungen an einem meiner Freunde im Daguerreschen Diorama zu Paris auf; späterhin gaben sie sich mir wiederum in höchster Reinheit beim Betrachten gut gemalter Theaterdecorationen und Landschaftsgemälde kund. Man mufs sich nur dabei dem Bilde so weit genähert haben, als es ohne Verlust der Täuschung nur immer geschehen kann, damit man den Vergleich eines möglichst nahen Convergenzpunktes (möge es hier der Rahmen des Bildes sein) mit den Fernen desto sicherer anstellen kann. Auch würden sich Gemälde, die in ihrem Hintergrunde stark erleuchtet sind, wie das Innere der Kirchen von Granet, weil hier das ferne Licht der freien Erweiterung der Pupille entgegenwirkt, und so den Versuch complicirter macht, weniger zu demselben eignen.

Bei allem dem ist zur richtigen Würdigung der Natur und ihres durch Künstlerhand erzeugten Abbildes, dennoch der grofse Geistesantheil, den bei frischer Sinneskraft die Beschauung eines Gemäldes in Anspruch nimmt, nicht zu übersehen, und in diesem Sinne möge mir eine genauere Untersuchung, ob denn wirklich das Gemälde mit der Natur identisch sei, an diesem Orte noch gestattet werden.

Wir wissen von einem Gemälde schon von vorne herein, dafs es ein auf eine Fläche geworfenes Abbild der Natur ist. Mit diesem Bewufstsein treten wir auch stets vors Gemälde. Beim längern Beschauen wird die Phantasie auch immer lebhafter, ja das Imaginiren ins Gemälde hinein kann so lebhaft werden, dafs wir die wirkliche Aufsenwelt vergessen, und nur in und mit dem Landschaftsgemälde zu leben scheinen. Jedoch so leicht, wie später, läfst sich in der Regel das Urtheil sogleich nicht befangen, und wir sehen Anfangs meistens nur die bemalte Leinewand, nicht aber das Bild selbst als reines Surrogat der Natur. Da aber der Gesichtssinn als Licht- und Farbensinn erscheint, da übrigens das ganze Gemälde in seiner vollendeten Darstellung aus diesen Potenzen auf naturgemäfse Weise zusammengesetzt ist, so ist es ja auch natürlich, dafs mittelst des Gemäldes die Sehenergien nur durch diese Potenzen erregt werden, und so das Gemälde nicht als Fläche, sondern als abgelöster ätherischer Abdruck der wirklichen Körperwelt erscheint, denn so lange wir noch die Fläche in dem Gemälde fühlen, so lange dieses Sceleton nicht durch das wahre Kunstgebilde belebt erscheint, so lange sehen wir auch eigentlich nicht das Gemälde, oder erfreuen uns wenigstens nicht des Zweckes, warum es da ist. Hier bleibt es des Künstlers gröfste Aufgabe, durch gehörige Benutzung der obigen Elemente, und durch die Application

perspectivischer Gesetze, uns schneller und vollkommener in jenen Zustand des Selbstvergessens zu versetzen, welcher auch unseren Organen ein gleiches Verhalten, wie die Natur mit allen ihren Tiefen, abnöthigt.

[b]) Hueck (in seinem Werke: Das Sehen, seinem äufsern Processe nach entwickelt, S. 17 und 18) behauptet, dafs wir den Inhalt der Gesichtsperception für eine vor uns stehende verticale Fläche zu nehmen haben. Ein Bild aber, das wie eine vertikal stehende Wand ohne alle Beugung vor uns aufgerichtet wäre, und wenn es nach allen Seiten hin bis ins Unendliche verlängert gedacht würde, müfste stets ein Gesichtsfeld von weniger als 180 Graden geben, während das des Menschen in seiner Breite schon umfassender und das der Mehrzahl der Wirbelthiere bei weitem gröfser ist. Ferner genügt eine solche Vorstellung von einer vertikalen Ebene durchaus nicht für die Gesichtsinhalte, die sich uns von allen Seiten her von oben, unten u. s. w. darbieten. Wir finden uns daher mindestens genöthigt, überall, wohin das Auge sich wendet, eine dem subjectiven Sehfelde gerade gegenüberstehende Fläche anzunehmen, und indem wir eine, dem nach und nach übersehenen Flächeninhalte entsprechende, Anzahl solcher kleiner Flächen aneinander fügen, erhalten wir ein uns einschliefsendes Polyëder. Ich glaube es bedarf keiner Rechtfertigung, wenn wir die Gestalt des Polyëders, als eine fehlerhafte, zu der einer Kugel ausgleichen, wodurch wir uns überzeugen, dafs alle einzelnen Partien des Bildes der Aufsenwelt als dem Innern einer Kugelfläche angehörend zu betrachten sind. Diese Kugelfläche, in welcher alles Angeschaute erscheint, haben gewifs schon viele erkannt, und Purkinje (Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne, 2. Bd. S. 11.), nachdem er bewiesen hat, dafs sich das Sehen an den Grenzen des individuellen Gesichtsfeldes nicht in Dunkelheit auflöse, sondern dafs über dieselben hinaus ein für den Augenblick unsichtbares, der Imagination anheim gestelltes, Gebiet beginne, drückt sich über diese Kugelgestalt folgendermafsen aus: „Das Sehgebiet ist also nicht durch einen objectiven sichtbaren Sehraum begrenzt und beschlossen, sondern durch einen subjectiven, der Gesichtsphantasie gehörigen, und seine Totalität ist als eine zum Theil reale, zum Theil ideale, Kugel zu betrachten." Ich ziehe aber deshalb den idealen Kugelabschnitt in die reale Sphäre hinein, weil wir annoch die Gesichtserscheinung in ihrer geschlossenen Integrität betrachten, weil ferner aus dieser Kugelfläche bald die-

ser, bald jener Antheil zur Ansicht gelangt, und es dem Einzelwesen stets frei steht, von einem und demselben Standpunkte aus den idealen in einen realen, oder vielmehr den unsichtbaren in einen sichtbaren, zu verwandeln.

*) Gewifs wird es dem Leser nicht unwillkommen sein, hier die Resultate einiger genauern Berechnungen über die vom hochschwebenden Cundur übersehbare Erdfläche aufgestellt zu sehen, denen wir die Beobachtungen Alex. v. Humboldts zum Grunde legen wollen. Es erzählt uns dieser berühmte Reisende (im 2ten Bande seiner Ansichten der Natur, Seite 58 — 64), dafs er diesen Vogel auf der Höhe von Antisana 3639 Toisen über der Meeresfläche schweben gesehen habe. Von diesem Puncte aus konnte nun der Cundur eine Fläche, die ein Gesichtswinkel von 174° 35′ und 36″ einschliefst, also 5165 Quadratmeilen, d. h. $\frac{6}{10000}$ der ganzen Erdoberfläche übersehen. Das Himmelsgewölbe dagegen sieht er als einen Kugelausschnitt von 185° 24′ und 24″. Weiter sagt Herr v. Humboldt: „Wahrscheinlich fliegt der „Cundur höher, als wir oben durch Rechnung gefunden haben (nämlich höher als „3639 Toisen). Ich entsinne mich am Cotopaxi in der Bimsteinebene Suniguaicu „2263 Toisen über der Meeresfläche den schwebenden Vogel in einer Höhe gesehen „zu haben, wo er wie ein schwarzes Pünktchen erschien." Da nun nach Herrn v. Humboldts Angabe der Durchmesser der gröfsten Exemplare dieses Vogels 14 Fufs, der des kleinsten, 8 Fufs beträgt, und uns der kleinste Sehwinkel, unter dem wir einen Punkt zu erkennen vermögen, als 26 — 30″ grofs bekannt ist, so läfst sich nach diesen Angaben leicht die Höhe ermessen, zu welcher sich der Cundur über das Haupt des Beschauers erhoben hatte. Um aber dem Leser kein durch Übertreibung verfälschtes Resultat zu liefern, wollen wir den Durchmesser des gesehenen Cundurs nur auf 10 Fufs annehmen, und den Winkel, unter dem er gesehen worden, als eine Minute betragend. Es ergiebt sich nun, wenn wir zu der aus diesen Momenten erhaltenen Höhe noch die des Standpunktes, von welchem der Vogel gesehen wurde, hinzurechnen, dafs derselbe sich 47,955 Fufs über dem Meeresspiegel befand. Von dieser Höhe mufste er die Erdoberfläche, unter einem Winkel von 171° 59′ 24″, also 11338 Quadratmeilen, mithin ein Flächengebiet so grofs als ganz Deutschland, oder $\frac{122}{100000}$ der Erde übersehen können. Das vor ihm ausgespannte Segment der Himmelskugel betrug demnach 188° 36″.

d) Wenngleich die einfache Wahrheit des hier gegebenen Gedankens, wie ich hoffe, bei jeglichem Begriffe von Dunkelheit und Stille Eingang finden wird, so scheint mir hier doch der Ort zu sein, wo ich mich, mit vorbehaltener Erwartung auf hellere Einsichten, am füglichsten zu erklären habe, warum ich Bedenken trage, der zuerst von Purkinje, und später von Joh. Müller ausgesprochenen Ansicht, als sei die Finsternifs ein Gegenstand der Sinnesperception, beizutreten. Wir wollen zuvörderst die Ansichten dieser scharfsinnigen Physiologen in ihren eigenen Worten vernehmen. Purkinje a. a. O. S. 9 und 10: „Das Finstere und Schwarze gehört eben so gut unter die sichtbaren Gegenstände, wie das Lichte und Farbige. Es behauptet im Sehraume seine Stelle, seine Gestalt und Gränzen, und die Kraft des Sinnes, als Aufmerksamkeit, sammelt sich an demselben, ruht in ihm oder schweift vorüber, wie an jeder andern Lichtqualität, kurz es ist das reine, in sich selbst begriffene, durch keine Lichtwirkung differenzirte Sehen, daher dem Wesen nach mit dem objectiven Sehen homogen, dasselbe begränzend und durch es begränzt, so wie der Schall mit der Stille (einem activen Hinhorchen) gränzt, und die Pause eben so gut zur musicalischen Figuration gehört wie der Ton. Das Finstre hat seine Ausbreitung, seine Ortsverhältnisse, seine Umrisse, und der Gesichtssinn ist in der Construction desselben eben so thätig, wie in jener des Lichten." Joh. Müller (Zur vergl. Anatomie des Gesichtssinnes, Seite 45) sagt, dafs die Sehsinnsubstanz nicht afficirt werden könne, ohne in ihren eingebornen Energien des Lichten, Dunkeln und Farbigen thätig zu sein, dafs sie ihre Affectionen in den Energien des Lichten, Dunkeln und Farbigen sich selbst zur Empfindung bringe. S. 46: Die Dynamis der Netzhaut ist Empfindung des Dunkeln, welche sie auch ohne Reiz hat. S. 51: Das Auge sieht sich im Zustande seiner eigenen Ruhe dunkel. S. 51 und 52: Negation des Reizes bedingt nicht Negation der Empfindung, aber Negation der Empfindung negirt auch das sinnlich Dunkele. S. 399: Überall, wo das Elementarische das Auge nicht afficirt, schaut sich das Auge in seiner eigenen Ruhe dunkel. S. 401: Das geschlossene Auge sieht sich im Zustande seiner eigenen Ruhe ganz finster. — Derselbe, Über die phantastischen Gesichtserscheinungen, Coblenz 1826, Seite 6: Dunkelheit ist die Ruhe des Lichtnerven, auch die Dunkelheit ist etwas Positives, und wird nur da empfunden, wo ein Lichtnerve ist.

Nach meiner Ansicht besteht nun aber die Thätigkeit eines jeden Sinnes im

Empfinden, und die Ruhe desselben im Nichtempfinden. Es kann sich daher das Auge in seiner Ruhe auch nicht dunkel schauen, denn wo gar kein Reiz und gar keine Reaction ist, da kann auch nicht percipirt werden. Die reine Sinnesenergie des Auges besteht aber in der Wahrnehmung des, durch die Empfindung des Lichten bezeichneten, Räumlichen, und ohne Licht erlischt auch der Raum in Nichts. Die objective Dunkelheit, d. h. die Verfinsterung eines vorhandenen Raumes, besteht in einem Erlöschen des Gesichtsreizes, den wir Licht nennen, so wie die subjective Finsternifs, d. h. die von uns anerkannte, in einem Erlöschen oder momentanen Aufhören der Sinnesthätigkeit des Sehnerven besteht. Für uns ist also die Finsternifs die Art und Weise des Nichtvorhandenseins des Lichtes in dem Nichtvorhandensein der Empfindung, und das absolut Dunkele und Schwarze ist eine Negation der Gesichtsenergie, die nur im Reize lebt durch den sie geweckt wird.

Es frägt sich nun nach allem diesem, ob wohl ein absolutes Nichts die Qualität des Schwarzen annehmen könne, und warum sich nicht hinter uns bei offenen Augen das Nichtgesehene als Finsteres bezeichnet darstellt.

In Bezug auf die erste Frage haben wir nun vor allem zu bedenken, dafs die Natur ihre eigenen verschiedenen Erscheinungsweisen hat, und diesen gemäfs ihre verschiedenen Negationen. Wie das Vorhandensein gewisser Eigenschaften der natürlichen Dinge durch den Sinn wahrgenommen wird, als Leuchtendes, Farbiges, Tönendes, Riechendes u. s. w., so geschieht auch das Schwinden derselben natürlich nur in derjenigen Sinnensphäre, die sonst der Erscheinung zugewendet ist, und indem die mit ihrer eigenthümlichen Thatkraft erfüllten, keinem Objecte begegnenden, Sinnesnerven sich unthätig verhalten, begreifen wir diese Unthätigkeit hier als Dunkelheit, dort als Stille, da als Geschmacklosigkeit u. s. w. Die sogenannte schwarze Farbe wäre also nichts anderes, als die besondere Negationsweise des Gesichtsgefühls des nur Licht empfindenden Auges, denn das Sichtbare, die dem Gefühle sich bietende erleuchtete Räumlichkeit ist in der Schwärze der Finsternifs geschwunden, einerseits als ein Lichtes, in der Negation des Lichtes, der Schwärze, andererseits als ein Räumliches; denn in der Finsternifs ist nichts Räumliches mehr angedeutet. Schliefsen wir das Auge, so ist es nicht etwa vor uns, noch hinter uns finster, sondern es ist überhaupt finster, die Finsternifs hat keinen Ort. Die Schwärze ist daher eben so wenig eine Sinnesqualität als die Stille und andere Sinnesnegationen. Das absolut

Schwarze wird meiner Meinung nach nicht gesehen, sondern als Nichtgesehenes erkannt aus der zeitlichen oder räumlichen Begrenzung des Gesehenen, d. h. aus dem dem Dunkel vorausgehenden Sehen oder aus der Begrenzung des ihn umgebenden Sichtbaren. Die umschriebenen schwarzen Figuren in der Erscheinungswelt sind eben so viele Lücken in der Continuität des Perceptionsactes. Wir sehen die Grenzen des Sichtbaren und die Abstände zwischen denselben, denn das Gesehene behauptet strenge seine Formen, und innerhalb dieser Grenzen erkennen wir mittelbar von Licht und Farbe unerfüllt gebliebene Gestalten. Hier würde also das Schwarze nicht an und für sich, sondern mittelbar durch das Lichte und Farbige sich in den Dimensionen der Länge und Breite scheinbar räumlich darstellen. Die Dimension der Tiefe aber würde, so lange dasselbe ein absolut Finsteres ist, demohngeachtet unentwickelt bleiben.

So wie nun die *Finsternifs* die eigenthümliche Negationsweise des Sichtbaren und des Sehens ist (nicht aber so, dafs alles, was zufällig nicht gesehen werden kann, oder kein Object des Sehens ist, in diese Categorie der Negation hineingehörte), so kann sie auch nur da zu unserer Kunde gelangen, wo es ein Sehendes giebt, wo das Sehen vorausgeht oder zugleich statt findet, denn nur in dem Nichtvorhandensein des gewohnten Lichten ist uns die Erkenntnifs des Finstern gegeben. Ich zweifle aus diesem Grunde, dafs ein Blindgeborner wissen könne, was wir uns unter Dunkel vorstellen. Auch ist natürlich, dafs die Finsternifs dem Auge anheimfällt, wie die Stille dem Ohre, denn die jedesmalige Erscheinungslosigkeit kann sich nur auf das der Erscheinung zugewendete Organ beziehen. Nur durch das Auge, dessen Unthätigkeit die Ursache des Nichterscheinens ist, entsteht uns daher der Begriff des *Dunkeln*, wie auf gleiche Weise der Begriff der Stille dem Ohre anheimfallen mufs, weil sich das Ohr als Hörendes, auch nur einzig und allein als wahrhaft Nichthörendes zu verhalten vermag. Sobald wir von einem Nichtsehenden in Bezug auf Negation des Gesichtsactes sprechen, so mufs dieses seiner Natur nach ein Sehendes sein, denn nur das, was eine Thätigkeit inne hat, kann dieselbe verleugnen. Unserm Rücken geht daher so wenig das Erscheinen als das Nichterscheinen der Dinge etwas an, denn unser nach vorn gerichtetes Auge findet in den ihm gebotenen Erscheinungen volle Befriedigung, und nach hinten zu haben wir keins, das in seiner Ruhe der Erscheinungen zu entbehren hätte.

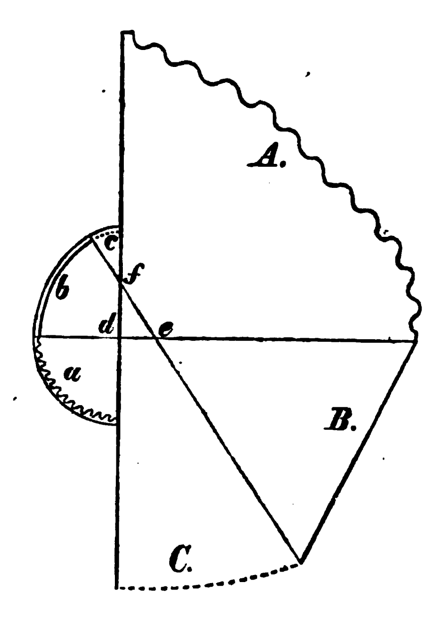
Wie sehr die Erkenntnifs des Nichtsehens erst durch das Sehen gegeben und

gehoben wird, läfst sich auch daraus begreifen, dafs wir in unserm Auge eine stets uns begleitende dunkele Sphäre haben, von der wir so gut als gar nicht wissen, weil sie eine Stelle der Retina in Anspruch nimmt, wo sie die schwach angedeuteten Gesichtsempfindungen, ohne dieselben in ihrer Mitte zu unterbrechen, nur rings umher beschränkt und einfafst. Nur einer schärfern Selbstbeobachtung gelingt es daher, diese finstere Begrenzung zur Vorstellung zu bringen. Es ist uns nicht unbekannt, dafs die Retina einen gröfsern Perceptionsumfang hat, als von aufsen her jemals gleichzeitig in Anspruch genommen wird, indem sowohl Nase, Stirnbogen, Augenbraunen u. s. w. das Gesichtsfeld von aufsenher beengen, als auch die bald hier bald da liegenden Augenlieder und die zusammengezogene Pupille die Bestrahlung der Netzhaut an ihren äufsersten Partien verhindern. Da wir nun bei erweiterter Pupille und durch besondere, dem Auge nacheinander gegebene, Stellungen die gröfsere Ausdehnung unserer Perceptionssphäre erkennen, so frägt sich, wie sich die unbestrahlten Antheile derselben beim einfachen Vorsichhinsehen verhalten. Wir bemerken da aber nur die gewöhnliche Beschränkung des Gesichtsfeldes, die Erscheinungen hören hier ohne merkliche Dunkelheit eben so einfach auf, wie bei trübem Lichte am äufsern Augenwinkel, für welchen keine minder grofse lichtlose Partie der Retina im Auge vorhanden ist, und nur die genauere Beobachtung erkennt hie und da in der schärfern Begrenzung, dafs hier das Sehen durch ein wahres Nichtsehen begrenzt wird. Senken wir nun die Augenlieder etwa bis gegen den obern Rand der Pupille herab, so bemerken wir gleichfalls nur leicht, dafs es sich von oben her finster über unser Gesichtsfeld herabwölbe; beachten wir dieses nicht besonders, so sehen wir nur ganz einfach in einem von oben her beschränktern Gesichtsfelde. Besonders auffallend wird man alles dieses bestätigt finden, wenn man den Versuch Abends vor einem brennenden Lichte anstellt, wenngleich er am Tage sich gleichermafsen ausspricht. Wenn man nun alles dieses so erklären wollte, dafs die Randstellen der Retina, wie sie für die Energien des Lichten unempfindlicher sind, sie es auch für die des Dunkels sein müfsten, und wir daher dieses letztere an diesen peripherischen Theilen des Gesichtsfeldes auch nur schwach oder so gut als gar nicht erkennen, so bedenkt man nicht, dafs die Trübheit, Klarheit, Deutlichkeit und Undeutlichkeit, als Nüancen des Lichten und Farbigen, sich nicht auf das wahrhaft Dunkele übertragen lassen. Aufserdem wird beim zuletzt angegebenen Experimente nicht nur die blofse Randstelle, son-

dern auch ein dem Mittelpunkte bedeutend näherer Theil der Retina dem Lichte entzogen. Gäbe es nach den verschiedenen Antheilen der Netzhaut ein mehr oder minder empfundenes Dunkele, so wäre dadurch schon ein räumlicher Unterschied in dem absolut Dunkeln angedeutet. Diesem ist aber nicht so, denn schliefsen wir das Auge unter Umständen, die kein Eindringen des Lichtes durch die Augenlieder gestatten, oder befinden wir uns sonst in einem total finstern Raume, so stellt sich uns die Finsternifs nirgends geschieden, sondern in ihrer ganzen nichtigen Einheit dar. Ich erkläre mir daher obige Ergebnisse folgendermafsen. Das Dunkle wird überall erst durch das Lichte gegeben, bezeichnet, und nur in dem Aufhören des Lichtgefühls erkannt. Verliert sich daher die Lichterscheinung, wie es bei der Randstelle der Retina der Fall ist, allmählig, so wissen wir von keinem Dunkel, denn das Nichtsehen tritt erst da ein, wo das Sehen selbst kaum angedeutet ist. Überall aber, wo das Lichtgefühl plötzlich unterbrochen wird, da setzen wir Dunkelheit. Beengen wir unser Gesichtsfeld durch vors Auge gehaltene, von innen gut geschwärzte Röhren, so begnügen wir uns vor der Hand mit dem kleinern Gesichtsfelde, das wir in unserer Unbefangenheit für ein blofs scharf begrenztes ansehen, ohne dabei an ein Dunkel zu denken, bis wir erst später, bei einiger Aufmerksamkeit auf unser Gesichtsverhalten, neben dem scharfen Beschnittensein des Gesichtsfeldes die Dunkelheit, als eine solche, statuiren, welches jedoch nur dadurch geschieht, dafs das annoch deutliche Sehen plötzlich von einem Nichtsehen unterbrochen wird. Die dunkle Einfassung des Gesichtsfeldes würde demnach nur eine der gewöhnlichen Beschränkung nahe stehende und minder bemerkliche Unterbrechung des Sehens verursachen. Dagegen wird jeder schwarze Punkt, der im Bereiche des Sichtbaren selbst gelegen ist, auch wenn er sich nahe am Rande des Feldes befindet, sogleich als solcher erkannt werden, weil er die Continuität des Sehens selbst sondert und intercipirt.

Die schattigen Partien an den Körpern sind durchaus keine Nüancen des Dunkeln, sondern reine Quantitätsunterschiede am Lichten. Wir nehmen daher auch am Schatten nicht das ihn dunkel machende wahr, sondern, bei minderer Reaction der Netzhaut, ein minderes Licht. Das übrig gebliebene Lichte allein, ist im Schatten, wie in jeder andern durch Farbe- und Lichtgefühl modificirten Schwärze, Gegenstand der Wahrnehmung, deren Intensität bei zunehmender Dunkelheit in steter Abnahme sich endlich in das vollkommene Cessiren der Gesichtsenergie verliert.

*) Nicht überall in der Reihe der Wirbelthiere stellt die Form der Netzhaut eine vollkommene Kugel dar, und in dem Maafse, als sie von derselben abweicht, geschieht dieses auch mit dem Kugelsegment der Cornea. Bekannt sind in dieser Hinsicht die besondern Wölbungen an den Augen der Wiederkäuer. Bei mehreren Vögeln und Fischen bildet die hintere Partie der Retina ein weiter centrirtes Feld, als die vordere, und zugleich erscheint bei diesen Thieren die Cornea nach vorne zu anders gewölbt, als an ihren übrigen Stellen, so dafs die Natur Abweichungen in einem Gebilde durch entsprechende in andern compensirt. Eines gleichen Verhaltens werden wir im Verfolge unserer Abhandlung zwischen den Randstellen der Retina und denen der Cornea zu erwähnen haben. — Nach meiner Ansicht verhält sich hier der Sehprocefs folgendermafsen. Indem jeder Theil der Retina, wie immer, gerade vor sich hinblickt, müssen die verschiedenen Antheile der äufsern Natur durch verschiedene Centra betrachtet werden. Die einzig mögliche Art dieser vervielfältigten Centration, die einerseits einen unmerklichen Übergang der einen Beugung der Retina in die andere gestattet, und andererseits die wahre Continuität der Anschauung ungestört läfst, geschieht, glaube ich, dadurch, dafs überall die Centra in die Diameter der nachbarlichen, mehr oder minder grofsen, Kugelabschnitte gesetzt werden. Wir wollen uns eine solche Formation der Retina durch beiliegende bildliche Darstellung anschaulich zu machen suchen.




Das Centrum von *c* ist *f*.

Das Centrum von *b* ist *e*, es liegt also in dem äufsersten verlängerten Radius von *c*.

Das Centrum von *a* ist *d*, es liegt also in dem Radius von *b*.

Wir erhalten so ein Gesichtsfeld von 180 Graden, dessen Binnenfeld aus drei verschiedenen Kugelabschnitten besteht, deren Centra durch *d*, *e*, *f* bezeichnet sind. Indem der mit *a* bezeichnete Kugelabschnitt der Retina überall in gerader Direction vor sich hinsieht, übersieht er den Antheil *A* der äufsern Fläche, eben so *b* den äufsern Antheil *B* und *c* eben so *C*. Gerade da, aufsen wie innen, wo die Thätigkeit des äufsersten Punktes in *a* aufhört, nimmt die Perception von Seiten *b* ihren Anfang, und eben so tritt *c* an der andern Grenze von *b* ein, so dafs die Anschauung des Ganzen in ununterbrochener Folge, ohne Übereinanderschiebung der Felder statt haben kann, sobald nur die brechende Kraft der Medien überall in einer, den besondern Wölbungen der Retina entsprechenden, Anordnung vertheilt worden ist. Wir haben nur wegen der einfachern Darstellungsweise ein Gesichtsfeld von 180 Graden gewählt, es versteht sich von selbst, dafs ein gröfseres, nach denselben Principien gestaltetes, sich auf gleiche Weise verhalten würde.

*f*) Wir glauben hier darauf aufmerksam machen zu müssen, dafs die beiden Sinnesnerven, welche das Object als ein aufsen gelegenes und fernes percipiren, nach kurzer Strecke von ihrem Ursprunge, ohne eigentliche Verzweigung, den äufsern Eindrücken ein breites stumpfes Ende als Perceptionsheerd entgegenbieten, gleichwie das durchschnittene Nervenende eines amputirten Gliedes, Empfindungen in sich trägt, welche aufser uns in dem nicht vorhandenen Gliede zu liegen scheinen. Dieser Umstand läfst uns vermuthen, dafs der Nerve sich nur da an Ort und Stelle ergriffen fühlt, wo er mit seinen feinsten Zweigen an das Object hinanragt, wobei jedoch noch oft durch eine dünne Scheidewand, die zwischen dem Objecte und dem Nervende liegt, hindurchgefühlt wird, indem nämlich bei der Tastempfindung stets das Object als ein äufserliches, also als vor der Epidermis gelegen, erkannt wird. Es scheint, als ob die Empfindungsweise einer vom Orte abgelegenen Äufserlichkeit in diesen feinen Nervenenden so geschwunden und zersplittert ist, dafs hier nicht die Empfindung, als läge das Empfundene über das Organ hinaus, statt finden könne, sondern so empfunden wird, als werde die empfindende Stelle unmittelbar berührt, als fühlen die Nervenspitzen sich gleichsam bis zu ihrem Ende abgelaufen und beschlossen. Dagegen besitzt noch der Nervenstrang, in welchem diese Zweiglein alle vorgebildet daliegen, ein über sich selbst hinausstrebendes, vom subjectiven Standpunkte sich abneigendes Sinnengefühl, und zwar in dem Maafse seiner eigenen, ihm inne liegenden Verzweigbarkeit; wenn also der Nervenstrang einem Gliede gehört, so besitzt er Empfindungen für den Umfang dieses Gliedes. Sollten sich nicht der Gesichts- und Gehörnerve, hinsichtlich der Fähigkeit, ihre Empfindungen auf ein Fernes zu beziehen, wie die abgestutzten Nervenstämme verhalten dürfen, jedoch mit dem Unterschiede, dafs das Maafs der Fernenempfindung erst jedesmal durch die Art des Reizes bestimmt wird?

*g*) Young und Purkinje (siehe Purkinje a. a. O. 2. Bd. S. 6) haben uns Messungen über die Ausdehnung ihres Gesichtsfeldes mitgetheilt, die jedoch in so fern unvollständig ausgefallen sind, als sie sich nur auf die eine, mit dem Blicke nach vorne gerichtete, Stellung des Auges beziehen. Das folgende Verfahren der an mir selbst bewerkstelligten Messungen gewährt uns, bei einer umfasserndern Einsicht in die Sache, noch den besondern Vortheil, einen Schlufs auf den Gesammtinhalt des ganzen sehfähigen Retinafeldes zu führen.

Ich wählte nämlich, um meinen Gesichtspunkt zu fixiren, einen mit schwerem und feststehendem Fuſse versehenen Stab, in dessen oberes etwas zugespitztes Ende eine derbe Stecknadel so tief hineingedrängt worden war, daſs ihr noch weit hervorstehender Kopf, bei eigener aufrechter Stellung, mit meiner Pupille gleiche Höhe hatte. Diesen Stab stellte ich nun in meinem Zimmer vors Fenster an eine Stelle, die von einem in meinem Garten befindlichen, gleich hohem, Objectpunkte 70 Schritte entfernt lag. Nachdem ich nun die Pupillarstelle meines fest auf denselben gerichteten Auges dem Nadelkopfe so nahe als möglich gebracht hatte, nahm ich in die eine oder andere Hand ein Lineal, an dessen äuſserstes Ende ich zuvor bald ein kleines brennendes Wachslicht, bald ein Blättchen weiſsen Papieres geklebt hatte, und bewegte nun dasselbe von hinten her, in irgend einer Richtung, so lange vorwärts, bis mir der erste Schein des Lichten oder des Weiſsen ins Auge fiel. Mein Assistent fixirte sodann die Stelle, wo es erschienen war, worauf ich meine Stellung verlieſs, um mittelst eines groſsen Winkelmessers den Antheil meines Gesichtsfeldes zu messen, der sich in den drei gegebenen Punkten eingeschlossen befand, welches sich mit Leichtigkeit und ziemlicher Genauigkeit bewerkstelligen lieſs. Beim nach oben und unten gerichteten Blicke wählte ich neue Objectpunkte, wobei ich jedoch den alten Gesichtspunkt stets beibehielt. Alle diese Messungen wurden bei hellem Tage im Schatten angestellt. Nach oft wiederholten, sich gegenseitig bestätigenden, Versuchen gelangte ich zu folgenden Ergebnissen. Beim nach vorne gerichteten Sehen betrugen die äuſsern Gesichtswinkel zur Augenaxe 100 Grade, die innern 55, die obern 32, die untern 80. Bei möglichst stark nach oben gerichtetem Sehen betrug der obere Winkel 2, der untere 100 Grad. Bei möglichst herabgeneigter Augenaxe und aufgehobenem obern Augenliede betrug der obere Winkel 75, der untere 15 Grad. Beim starken Seitwärtssehen betrug der horizontale Umfang des Gesichtsfeldes 175 Grade, das zum äuſsern Augenwinkel gerichtete Auge hatte nämlich zur Axe 75 Grade inne, während das andere, wie beim vorwärtsgerichteten Sehen, 100 Auſsengrade beibehielt. Die Wiederholung dieser Messungen, bei erweiterten Pupillarzuständen, würden uns nur in den seitlichen Richtungen, denen kein auſsengelegenes Hindernifs in den Weg tritt, günstigere Resultate für den Umfang des Sehfeldes geben. Da uns nun Purkinje (a. eben a. O.) bereits gezeigt hat, daſs sich der hundertgradige Auſsenwinkel des Sehfeldes bis auf 115 Grad erweitern könne, so glaube ich, indem ich eine gleiche

Capacität für mein Auge annehme, aus obigen Versuchen schliefsen zu dürfen, dafs der Umfang meiner Perceptionsfläche (d. i. der wahrhaft sehfähigen) im Verticaldurchschnitte 175 Grade betrage, und im horizontalen 230 Grade. Dieses letztere Ergebnifs stimmt ziemlich zu den Messungen, die ich an dem horizontalen Durchschnitte der Retina, der sich in Sömmerings erster Tafel des bereits angeführten Werkes findet, angestellt habe, und nach welchem sich der Umfang der Netzhäute an dieser Stelle auf 238 Grade beläuft.

Wir ersehen aus unsern Versuchen zugleich, dafs ein grofser Theil der Retina dem Lichte ganz entzogen daliegt und also nie zur Perceptionsthätigkeit angeregt werden könne.

h) Es sind die Begriffe der Deutlichkeit, Schärfe und Klarheit des Sehens, trotz der Verdienste die sich Treviranus (a. a. O. Seite 34) und Hueck (a. a. O. Seite 76 und 77) um deren nähere Bestimmung erworben haben, noch keinesweges scharf genug gesondert worden. Ich trage daher um so weniger Bedenken meine bisherigen Ansichten über dieselben dem Leser vorzulegen, als sie bei einiger Übereinkunft mit den von Treviranus und Hueck gegebenen Bestimmungen sich zugleich auf bekannte Zustände des Auges und der sichtbaren Welt beziehen, deren tiefere Würdigung sich leicht aus einer nähern Betrachtung ihres Zusammenhanges mit dem besondern Intensitätsverhalten des Gesichtes ergeben möchte.

Ich glaube nämlich, dafs die Deutlichkeit des Gesichtes sich lediglich auf den allgemeinen Intensitätsgrad desselben beziehe. Es ist daher einerlei, ob wir kleine oder grofse, nahe oder entfernte, mehr oder minder scharf begrenzte, stark erleuchtete oder beschattete Gegenstände betrachten; sobald nur die Gesichtsthätigkeit genügt, um sie nach Maafsgabe jener Umstände gehörig zu erkennen, so sehen wir deutlich.

Diese Deutlichkeit ist aber in so fern doppelter Art, als eben durch jene besondern Verhältnisse, unter denen uns die Aufsenwelt erscheint, auch unsere Sensation eigenthümlich modificirt wird, indem das Auge bei Betrachtung der Gröfsen, Fernen und Schatten anders gestimmt wird, als unter entgegengesetzten Verhältnissen. Die grofsen Massen, die weniger scharf bezeichneten Umrisse, stellen sich uns hinlänglich deutlich bei schwächerm Lichte und aus ansehnlicher Entfernung dar. Die Gesammtheit, oder auch nur das Übergewicht, dieser Einflüsse, die dem Auge mehr das Ganze, als das Einzelne, vorführen, geben uns in der Reaction der Perceptions-

fläche die Klarheit des Gesichtes. Dagegen erheischen die kleinen Objectpunkte, und die scharfen Grenzen, ein lebhaftes Licht und ansehnliche Nähe des Objectes zum Auge, und stimmen, bei der Gesammtheit oder dem Vorwalten einiger dieser Einflüsse, das Auge zum scharfen Sehen.

Die Klarheit nimmt daher, meiner Meinung nach, einen gröſsern Antheil der Sehfläche ein, als die Schärfe des Sehens, indem diese nur in dem Axenpunkte und dessen unmittelbarer Nähe ihr Organ findet, während beim klaren Sehen auch die Umgebung dieses Punktes sich thätig erweist. Ich würde daher den Axenpunkt der Retina in seiner physiologischen Beziehung nicht sowohl mit Purkinje den Klarpunkt, als vielmehr den Sehpunkt nennen, und den ihn zunächst umgebenden Flächenantheil die Klarebene.

Die Klarebene nimmt zu mit der Gröſse des Gesichtsfeldes überhaupt, also bei milderm Lichte und Betrachtung der Fernen. Besonders groſs ist sie in der Dämmerung. Durch solche Ausdehnung der Klarebene im Gesichtsfelde gewinnt noch die ohnehin durch die Entfernung stets anwachsende Gröſse des mit besonderer Deutlichkeit übersehenen Flächeninhaltes.

Die Klarheit des Gesichtes entspricht überhaupt den extensiven Verhältnissen des Sehprocesses, der Flächenausbreitung, der Ferne, der Expansion des Augapfels und der Pupille, und erheischt zu ihrem Elemente ein mildes Licht. Mit der Schärfe des Gesichtes verhält sichs auf ganz entgegengesetzte Weise. Sie zieht das Sehen möglichst auf einen Punkt der Retina zusammen, erfordert eine bedeutende Nähe des Gegenstandes zur Grenze des deutlichen Sehens, verengert die Pupille, comprimirt das Auge, und erheischt eine starke Beleuchtung, also ein dichtes Licht. Sie ist also sowohl von organischer Contraction, als objectiver Beengung begleitet. Bei der Schärfe des Gesichtes verliert die Klarheit, und umgekehrt.

Auf die hier angegebenen Unterschiede bezieht sich der von Joh. Müller *) angedeutete und von Hueck **) näher entwickelte Unterschied zwischen den Bedeutungen des Betrachtens und des Besehens, indem ersteres der Klarheit, letzteres der Schärfe des Gesichtes entspricht.

---

*) Zur vergl. Anat. d. Gesichtssinnes. Seite 270 und 288.

**) a. a. O. Seite 68.

